



FISICA PER A BIOLEGS

1er BIOLOGIQUES

1602

Programa i Problemes

FISICA PER A BIOLEGS

PROGRAMA I PROBLEMES

PROGRAMA DE FISICA PER A BIOLEGS

Professors:

Sr. Xavier Bafaluy Bafaluy (C3-320) Area 7
Dr. David Jou Mirabent (C3-330) Area 7
Dr. Josep Enric Llebot Rabagliati (C3-114 b) Area 7
Dr. Carles Pérez García (C3-114) Area 7

A. REPAS DE MECANICA. NOCIONS DE BIOMECANICA.

1. Anàlisi dimensional
2. Repàs de cinemàtica.
3. Dinàmica: les lleis de Newton. Les forces elementals. Algunes forces derivades.
4. Sistemes no inercials. Acceleració centrífuga, acceleració de Coriolis.
5. Treball i energia. Lleis de conservació.
6. Sòlids rígids. Moment angular, moment d'inèrcia, equilibri rotacional.
7. Nocions de biomecànica. Alguns exemples.

B. ELASTICITAT

8. Tensió i deformació. Llei de Hooke. Mòdul de Young. Plasticitat. Histèresi elàstica. Energia elàstica de la deformació.
9. Flexió. Resistència a la flexió i disseny estructural en la natura. Fractures òssies.
10. Torsió, i esforços tallants. Mòdul de rigidesa (o tangencial).

C. MECANICA DE FLUIDS

11. Hidrostàtica. Pressió. Llei de Pascal. Principi d'Arquimedes. Flotació.
12. Moviment de fluids. Equació de continuïtat. Fluids perfectes. Llei de Bernouilli. Efecte Venturi.
13. Fluids viscosos newtonians. Viscositat: llei de Newton. Fluids no newtonians. Comportament reològic de la sang.
14. Llei de Poiseuille. Potència dissipada per un fluid viscós.
15. Moviments de sòlids en fluids. Llei de Stokes. Sedimentació de suspensions. Centrifugació. Resistència a velocitats elevades. Coeficients de resistència i de sustentació. Vol

d'avions i d'ocells.

16. Propietats del líquids. Tensió superficial. Angle de contacte i capil·laritat.

D. TERMODINAMICA I TEORIA CINETICA

17. Termometria. Coeficient de dilatació. Calors específiques. Calors latents en transicions de fase.

18. Primera llei. Conservació de l'energia. Transferència de calor. Conducció: llei de Fourier. Convecció. Radiació: llei de Stefan. Termografia. Energia solar. Regulació de la calor en els animals. Temperatures baixes en biologia i medicina.

19. Segona llei de la termodinàmica. Noció macroscòpica d'entropia. Rendiment de màquines tèrmiques.

20. Microstats i macrostats d'un sistema. Informació. Enunciat estadístic de la segona llei. Noció microscòpica d'entropia. Entropia i informació en sistemes biològics.

21. Sistemes oberts. Energia lliure i entalpia. Els essers vius com a sistemes termodinàmics. Estructures dissipatives.

22. El gas ideal. Processos isotèrmics i adiabàtics. Cicle de Carnot. Eficiència de màquines tèrmiques.

23. Gasos reals. Equació de van der Waals. Vapor saturat i pressió de vapor. Humitat relativa.

24. Teoria cinètica. Interpretació cinètica de la temperatura. Principi de equipartició de l'energia. El factor de Boltzmann.

25. Meteorologia. L'atmosfera. Factors climàtics. Vents. Altes i baixes pressions. Fronts freds i càlids.

E. ONES. ACUSTICA.

26. Repàs del moviment harmònic simple. Oscil·lacions esmorteïdes. Oscil·lacions forçades. Ressonància.

27. Moviment ondulatori. Ones longitudinals i transversals.

Velocitat de propagació. Principi de superposició. Teorema de Fourier. Anàlisi espectral. Ones estacionàries. Pulsacions.

28. El so. Ones mecàniques longitudinals. Velocitat del so. Intensitat del so. Escala decibèlica. Variació de la intensitat amb la distància.

29. Acústica. Ones acústiques estacionàries. Fonaments físics de l'audició. To i timbre.

30. Efecte Doppler acústic i òptic. Mesura de la velocitat de la sang. Allunyament de les galàxies. Ultrasons: producció i aplicacions biològiques. Interacció dels ultrasons amb la matèria.

F. REPAS D'ELECTROSTATICA.

31. Càrrega elèctrica. Forces electrostàtiques: llei de Coulomb. Camp elèctric. Dipols.

32. Potencial elèctric. Potencial d'un dipol. Polarització i despolarització del cor. Electrocardiogrames. Condensadors.

33. Intensitat d'un corrent elèctric. Resistència i resistivitat: llei d'Ohm. Potència dissipada pel corrent elèctric. Càrrega i descàrrega d'un condensador.

34. Circuits. Lleis de Kirchhoff. Fosforil·lació oxidativa. Piezoelectricitat. Termoelectricitat.

G. MEMBRANES.

35. Tensió en les membranes: llei de Laplace. Tensió parietal als vasos conductors. Difusió lliure: llei de Fick. Difusió a través d'una membrana. Pressió osmòtica.

36. El sistema circulatori sanguini dels mamífers. Pèrdua de càrrega. Variació de la velocitat de circulació. Mecanisme de Starling. Model alveolar de la respiració. Mecanismes bàsics de l'intercanvi gasós.

37. Electrolits. Propietats de les disolucions d'electrolits. Equació de Nernst. Equilibri de Gibbs-Donnan. Potencial de

membrana.

38. Transport actiu. Conducció d'estímuls nerviosos. Potencial d'acció. La bomba Na-K. Velocitat de propagació de l'impuls nerviós en àxons mielinats.

H. ELECTROMAGNETISME.

39. Concepte de camp magnètic. Intensitat del camp magnètic. Força de Lorentz. Espectroscopia de masses. Ciclotró.

40. Camp magnètic creat per un corrent: llei de Biot i Savart. Teorema d'Ampère. Camp magnètic creat per un solenoide. L'amper.

41. Inducció magnètica llei de Faraday. Orientació dels ocells migratoris. Producció d'electricitat. Transformadors. Inductància. Energia emmagatzemada a una autoinducció.

42. Propietats magnètiques de la matèria. Camps magnètics en els éssers vius. Ressonància magnètica nuclear.

43. Repàs de corrent altern. Circuit RLC. Impedància. Ressonància i sintonització.

44. Nocions d'electrònica. Semiconductors. El diode: rectificació. El transistor: amplificació.

I. OPTICA.

45. Radiació electromagnètica. Ones electromagnètiques. Naturalesa ondulatoria i naturalesa corpuscular de la llum. Velocitat de la llum. Espectre de les ones electromagnètiques. Ràdio, TV, infraroigs, ultraviolats, raigs X i raigs. Color del cel.

46. Optica física. Principi de Huygens. Interferència. Experiment de Young. Difracció. Absorció. Polarització. Llum del cel: orientació de les abelles.

47. Optica geomètrica. Reflexió i refracció. Índex de refracció. Llei de Snell. Angle límit i fibres òptiques.

48. Miralls plans i esfèrics. Lents primes i instruments òptics

simples. Microscopi. Augment lateral i apertura numèrica. Límit de resolució.

48. L'ull i la visió. Acomodació i agudesesa visual. Defectes òptics de l'ull.

J. MECANICA QUANTICA. FISICA ATOMICA I NUCLEAR.

49. Radiació del cos negre. Hipòtesi de Planck. El fotó. Efecte fotoelèctric. L'efecte Compton.

50. Dualitat corpuscle-ona. Hipòtesi de de Broglie. Microscopi electrònic. L'àtom de Bohr. Principi d'incertesa. Principi d'exclusió de Pauli.

51. El nucli atòmic. Radiactivitat. Semivida o període de semidesintegració. Datació per mètodes radiactius. Aplicació a la localització de tumors.

52. Masses nuclears i energies d'enllaç. Energia d'enllaç per nucleó. Forces nuclears. Fissió i fusió.

53. Interacció de la radiació amb la matèria. Radiacions electromagnètiques i corpusculars ionitzants. Poder de penetració. Capa de semiatenuació. Activitat d'una font radioactiva: el curie.

54. Dosimetria de les radiacions ionitzants. Exposició: el roentgen. Dosi absorbida: el rad. Eficàcia biològica relativa (EBR): el rem. Acció de les radiacions en els éssers vius.

PROBLEMES

A. MECANICA.

Anàlisi Dimensional

- 1) Compareu la velocitat normal de passeig de dues persones de la mateixa complexió i d'alçades respectives L_1 i L_2 . Supposeu que en el pas de passeig el temps que tarda una cama en fer un pas ve donat pel període d'un pèndol simple de longitud proporcional a la de la cama.
- 2) Per rostir un pollastre d'1 kg en un determinat forn han de passar 20 minuts. Quant de temps hi haurem de tenir un pollastre de 2 kg, de les mateixes característiques i en el mateix forn?. Supposeu que la quantitat de calor que entra per unitat de temps ve donada per $H = K A (T_1 - T_0) / L$, on K és la conductivitat tèrmica del pollastre, A és l'àrea de la seva superfície, T_1 i T_0 les temperatures del forn i del pollastre respectivament, i L la profunditat mitjana del pollastre.
- 3) Demostreu que si la potència d'un animal de longitud L variava com L^2 , la velocitat amb què podria córrer costa amunt variaria com L^{-1} .
- 4) Podem fer tres hipòtesis sobre la potència muscular: a) la potència muscular depèn de la massa del múscul; b) la potència muscular depèn de l'àrea de la secció transversal del múscul; c) la potència muscular depèn de la longitud del múscul. En un experiment per aclarir quina d'aquestes tres hipòtesis es més plausible, fem córrer conills d'un determinat tipus al llarg d'una rampa de 2 m de longitud que forma un angle de 15° amb l'horitzontal. Fem l'experiment amb conills de 2kg, 4kg i 6 kg. Quina de les hipòtesis anteriors és la més plausible si la velocitat observada no depèn de la massa dels conills?.
- 5) Una formiga pot aixecar tres vegades el seu pes, mentre un

home només pot amb la meitat i un elefant amb una quarta part. Si les dimensions mitjanes són respectivament 1,2 cm, 173 cm y 504 cm, és correcte dir que la formiga és la més forta dels tres? En cas de resposta negativa, quin dels tres és el més fort?.

6) Comparant l'habilitat dels animals per a saltar, fem experiments amb mamífers i amb insectes. Suposem que en el cas dels mamífers observem que l'altura del salt no depèn de la grandària dels animals i en canvi, quan fem experiments amb insectes, observem que l'altura del salt depèn de la grandària a través de la relació $h \approx l^{2/3}$. Quina de les dues hipòtesis següents és la més correcta en cada cas?:

- a) L'energia subministrada per unitat de massa del múscul és la mateixa per tots els animals.
- b) La potència subministrada per unitat de massa del múscul és la mateixa per tots els animals.

(suposeu que el múscul treballa durant un temps t que depèn de la distància d'acceleració d i de la velocitat final de sortida)

(Veure per exemple: Isaac Asimov, "El electrón es zurdo y otros ensayos científicos", Alianza Editorial, Madrid)

Cinemàtica

7) Una pedra cau des de 10 m d'altura i s'enfonsa 3 cm en el fang del sòl. Amb quina acceleració ha frenat en el fang, suposada constant?.

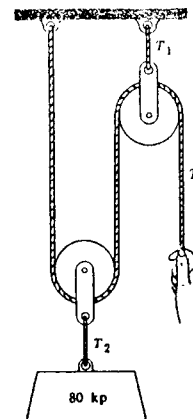
8) Una puça salta 0,1 m d'altura en salt vertical. Quina és la seva velocitat inicial? Si ha arribat a aquesta velocitat inicial en una distància de 0,0008 m, quina ha estat la seva acceleració inicial?. La distància d'acceleració en l'home és de 0,5 m. Si un home saltava amb la mateixa acceleració d'una puça, a quina altura arribaria?.

9) Quina és la velocitat de sortida d'una llagosta si el seu

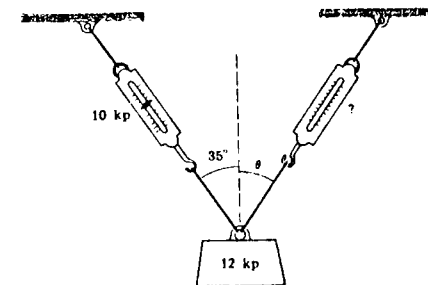
angle de salt és de 55° i el seu abast horitzontal és de 0,8 m?. Quina és la màxima alçada del seu salt?.

Estàtica

10) Calculeu les tensions T_1 , T_2 i T_3 de les tres cordes de la figura.



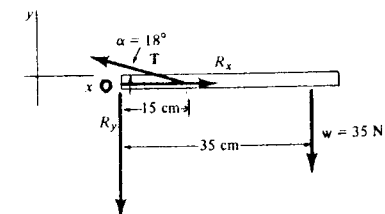
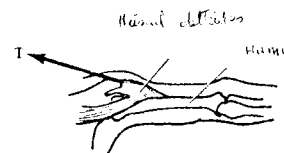
Problema 10



Problema 11

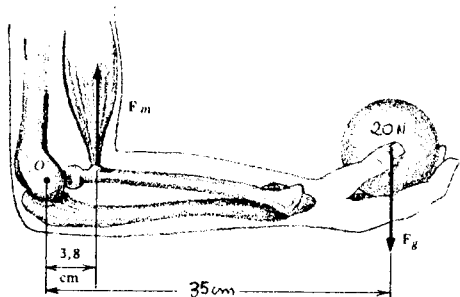
11) De dos dinamòmetres es penja un pes de 12 kp tal com veiem a la figura. Un del dinamòmetres marca 10 kp i és inclinat 35° respecte la direcció vertical. Quin angle forma amb la vertical i quina lectura llegirem a l'altre dinamòmetre?.

12) El múscul deltoides puja el braç fins a una posició horitzontal (veure la figura). Trobeu la tensió T que fa el múscul i la força R que fa la unió del muscle en el punt O.



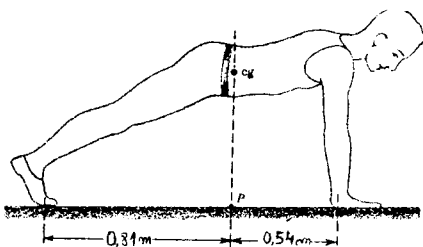
Problema 12

13) Quina força fa el tendó del bíceps de la figura, i quina força fa el colze si l'avantbraç i la mà pesen 12 N i la bola de fusta 20 N?. El tendó del bíceps s'articula a 0,038 m del colze, el centre de gravetat de l'avantbraç està a 0,17 m del colze i la longitud total és de 0,35 m.

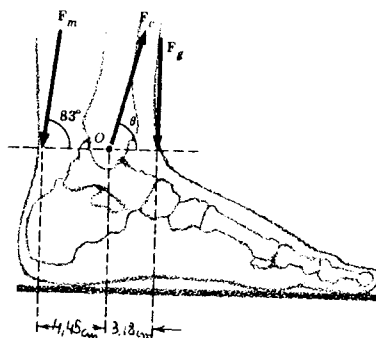


Problema 13

14) La figura ens mostra un esportista practicant gimnàstica. Pesa 70 kg i el seu centre de gravetat està per sobre el punt P que és a 0,81 m de la punta dels peus i a 0,54 m de les mans. Quines són les forces fetes pel sòl sobre les mans i els peus de l'atleta?.



Problema 14



Problema 15

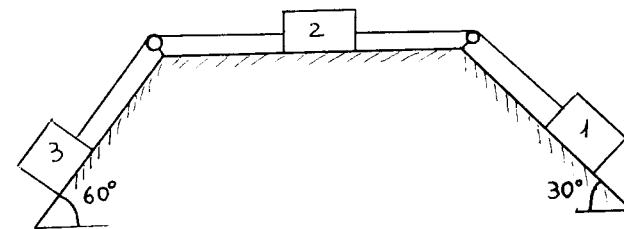
15) Dempeus estant, el centre de gravetat del cos roman sobre una línia que està 3,18 cm davant l'articulació del turmell (veure figura). El múscul de la cama s'insereix al turmell 4,45 cm darrera l'articulació i puja amb un angle de 83°. Trobeu la força F_m en aquest múscul i la força de contacte F_c exercida en l'articulació del turmell per un home de 67 kg.

Dinàmica

16) Un tren té tres vagons, cadascun dels quals pesa $1,2 \times 10^5$ N. La força de fricció sobre cada vagó val 10^3 N, i el primer vagó, que fa de màquina, fa una força horitzontal de $4,8 \times 10^4$ N sobre les vies. a) Quina és l'acceleració del tren?. b) Quina és la tensió en la connexió entre els vagons?. c) Quina connexió haurà de ser més forta?.

17) Calculeu la velocitat màxima amb què un cotxe pot entrar en una corba donat el radi de corbatura R, l'angle de peralt θ i el coeficient de fricció μ entre els pneumàtics i l'asfalt.

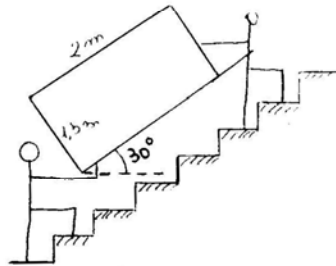
18) El coeficient cinemàtic de fricció entre les masses i les superfícies de la figura val 0,2. Quina serà l'acceleració del sistema i la tensió de les cordes?. ($m_1 = 6$ kg, $m_2 = 1$ kg, $m_3 = 1$ kg i les cordes i les politges es suposen sense massa).



Problema 18

19) Una escala està en equilibri recolzada contra una paret vertical sense fricció. L'escala té 6 m de longitud, pesa 10 kg i forma un angle de 60° amb l'horitzontal. Fins a quina alçada de l'escala podrà pujar un home de 80 kg sense que l'escala caigui si el coeficient de fricció amb el sòl μ val 0,37.

20) Dues persones puguen una calaixera per una escala (veure l'esquema). a) Quina fa més força? b) Si la calaixera pesa 120 kg i la seva massa es suposa repartida homogèniament, quina força fa cada una de les persones?.



Problema 20

21) Un camió porta una caixa de 200 kg, la massa de la qual se supossa repartida homogèniament. La caixa té 2 m d'alçada i la seva base és un quadrat d'1 m de costat. El coeficient de fricció estàtica entre la caixa i la plataforma del camió val 0,8. Quina acceleració, suposada constant, haurà de tenir el camió perquè la caixa caigui?

Lleis de conservació

22) Un home està sobre un trineu que llisca sobre el gel sense fricció. Té una metralladora que dispara bales de $1,3 \times 10^{-2}$ kg amb una velocitat de sortida de 800 m/s.
a) Quina és la quantitat de moviment de cada bala?
b) Quina és la força mitjana sobre l'home per cada bala que

dispara, si cada tret dura 0,2 s?

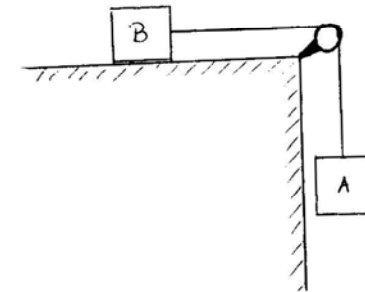
c) Quina es la velocitat del trineu i de l'home després de disparar 100 bales?

Suposeu que la massa de l'home més el trineu més la metralladora és de 90 kg i negligiu la pèrdua de massa deguda als 100 trets disparats.

23) Demostreu a partir del teorema treball-energia que un animal serà tant més ràpid quant més lleugeres siguin les seves potes i quant més llargs siguin els músculs de les seves potes. Proveu que la velocitat de cursa dels animals més grossos i més petits de la mateixa espècie és la mateixa.

24) Es possible disparar una bala de tal forma que quedi en òrbita al voltant de la terra?

25) El bloc A de la figura baixa 5m en 2 segons. Suposant que no hi ha fricció, que la massa dels dos blocs és de 40 kg i que el radi de la politja és de 3 cm, calculeu les tensions de la corda i el moment d'inèrcia de la politja.



Problema 25

26) Una estrella homogènia de radi r i massa M gira amb velocitat angular ω . Sabem que l'estrella es contrau degut a les forces gravitacionals internes seguint la llei $r = r_0(1 - Kt)$, on K és una constant. Calculeu com varia la velocitat angular de rotació en funció a) del radi b) del

temps.

Gravitació

- 27) Calculeu la velocitat que ha de tenir un projectil perquè, disparat verticalment, pugui escapar del camp terrestre.
- 28) Un parell d'estrelles gira al voltant del seu centre de masses. La massa d'una de les estrelles M és doble de la massa m de l'altra. Els centres d'ambdues estrelles estan a una distància d gran comparada amb la seva grandària.
- a) Dedueu una expressió per al període de rotació de les estrelles entorn al centre de masses comú, en funció de d , m i G .
- b) Compareu les quantitats de moviment angular de les dues estrelles respecte al centre de masses comú, calculant la relació L_m/L_M .
- c) Calculeu la relació entre les seves energies cinètiques.
- 29) Formació d'estrelles. Suposem el següent model senzill de formació d'una estrella. Una acumulació de pols còsmica atreu la pols del costat fins formar un cos d'una massa considerable. Imaginem 50 partícules d'un pes mitjà de 25 grams a una distància mitjana de 1500 metres del centre d'un corpuscle de 50 kg fins a dipositar-se sobre la seva superfície.
- 1) Calculeu la disminució d'energia potencial, si el radi mitjà del corpuscle és d'1 metre.
- 2) Part d'aquesta energia es dissipa en forma de radiació electromagnètica lluminosa i una altra part augmenta la temperatura del corpuscle primitiu. Si l'energia radiada és $1/3$ de l'energia potencial perduda, quants graus s'eleva la temperatura del corpuscle inicial si la seva calor específica es 5 calories/K?
- (Veure per exemple, Isaac Asimov "El Universo", Alianza Editorial, Madrid).

- 30) Forats negres. Quin radi hauria de tenir la terra (massa $5,98 \times 10^{24}$ kg) perquè la velocitat de fugida des de la seva superfície fos la velocitat de la llum? Nota: Laplace fou el primer en introduir l'existència d'objectes tals que la llum no pogués escapar-ne, degut a que la velocitat de fugida necessària fos superior a la velocitat de la llum. Aquests objectes, com que no emetrien radiació lluminosa, serien negres. La teoria dels forats negres ha tingut un desenvolupament molt considerable en les modernes teories astrofísiques (veure per exemple: A.G.W. Cameron "Les trous noirs, existent-ils?" La Recherche, març 1973, 215-223).

B. ELASTICITAT

- 31) Un filferro de 13,500 m de llarg s'estira fins que té una longitud de 13,507 m. a) Quina és la deformació unitària del filferro estirat? b) Si el filferro és de coure, quin és l'esforç necessari per produir aquesta deformació? c) Si l'àrea de la secció transversal del filferro és 4×10^{-8} m², quina és la tensió del filferro estirat? (Mòdul de Young del coure, 120×10^9 Nm⁻²).
- 32) El cabell es trenca sota una tensió de 1,2 N. Quina és l'àrea de la secció transversal del cabell? (Resistència d'un cabell $19,6 \times 10^7$ Nm⁻²)
- 33) Un tub buit d'acer té 2,5 m de longitud. El seu diàmetre exterior és de 5 cm i el seu diàmetre interior és de 4 cm. Calculeu la disminució de la longitud del tub quan aguantí una càrrega de $1,5 \times 10^4$ kg (Mòdul de Young de l'acer 21×10^{10} Nm⁻²)
- 34) Una columna de marbre de secció transversal d'àrea 25 cm² aguanta un pes de 7×10^4 N. a) Quin és l'esforç de ruptura de la columna? b) Quina és la deformació de la columna? c) Si la seva alçada és 2 m, quant ha variat la seva longitud degut al pes que suporta? d) Quin és el màxim pes que la

columna pot aguantar? (Mòdul de Young pel marbre $60 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$, resistència de compressió pel marbre $20 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$).

- 35) Si l'àrea mínima de la secció transversal d'un fèmur humà és de $6,45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, quina és la tensió a la qual es produeix la fractura? (Resistència a la compressió $16,7 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$).
- 36) L'elastina és una proteïna elàstica que es troba en el vertebrats. Té mòdul de Young d'aproximadament $6 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$. Si tenim una mostra d'elastina d'1 cm de longitud i 0,2 mm de diàmetre, i l'estirem sota l'acció d'una càrrega de 5g, quina longitud tindrà?
- 37) Un pes de 5 kg penja d'un fil d'acer de 60 cm de longitud i $0,625 \text{ mm}^2$ de secció. De sota el pes penja un fil d'acer anàleg a l'anterior que aguanta un pes de 2,5 kg. Calculeu: a) la deformació unitària; b) l'allargament de cada fil (Mòdul de Young de l'acer $2,0 \times 10^{12} \text{ dines cm}^{-2}$. Considereu que el pes dels fils es menyspreable)
- 38) Dos ossos del mateix radi estan sotmesos a iguals moments de torsió. Si un és més llarg que l'altre quin es trencarà primer?
- 39) Dos cilindres, un de massís de radi r i un de foradat de radis $a=2r$ i $b=3r/2$ estan subjectats a la mateixa càrrega, perpendicular als seus eixos longitudinals. Quina és la relació entre els seus radis de corbatura?

C. MECANICA DE FLUIDS

- 40) El cor bombeja la sang per l'aorta amb una pressió mitjana de 100 mm de Hg. Si l'àrea de la secció transversal de l'aorta és 3 cm^2 , quina és la força mitjana que fa el cor sobre la sang que entra a l'aorta?
- 41) Una barcaça carregada de carbó arriba a un pont sobre el

canal per on navega i es troba que el carbó està apilat massa alt perquè la barcaça pugui passar per sota el pont. Què hem de fer, treure o afegir carbó a la barcaça perquè pugui passar per sota el pont?

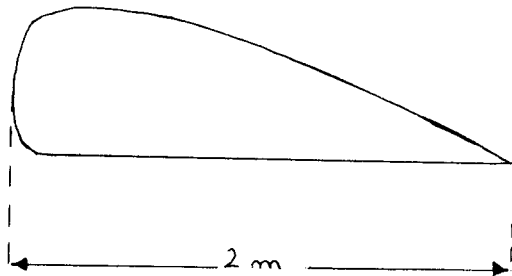
- 42) Una bombolla d'aire calent (30°C) formada a la vora del sol, puja envoltada de l'aire fred (10°C) que està sobre el sol. a) Quina és la força total sobre la bombolla si té un volum de 8 m^3 ? b) Si negligim la resistència de l'aire, quina és l'acceleració ascendent de la bombolla? (Densitat de l'aire: (10°C) $1,24 \text{ kgm}^{-3}$; (30°C) $1,16 \text{ kgm}^{-3}$)
- 43) Des d'un flascó i a través d'un tub circular flueix plasma fins a una vena d'un malalt. a) Quan el recipient està a 1,5 m sobre el braç del malalt, quina és la pressió del plasma que entra a la vena? b) Si la pressió sanguínia a la vena és de 12 mm de Hg, quina és la mínima altura a la qual hem de posar el flascó perquè el plasma circuli per la vena? (Densitat del plasma sanguini: $1,05 \text{ gcm}^{-3}$)
- 44) a) Quina és la resistència a l'aigua d'una agulla hipodèrmica de 8 cm de longitud i 0,04 cm de radi intern? b) Posem l'agulla a una xeringa que té un èmbol de $3,5 \text{ cm}^2$ d'àrea. Quina és la força que hem de fer sobre l'èmbol per aconseguir que l'aigua vagi de la xeringa a la vena amb un cabdal de $2 \text{ cm}^3/\text{s}$? (Suposeu que la pressió a la vena és de 9 mm de Hg. Viscositat de l'aigua (20°C) = $0,0100 \text{ dines seg cm}^{-2}$)
- 45) En fer a un malalt una transfusió de sang hem col·locat el flascó de forma que el nivell de la sang estigui 1,3 m per sobre de l'agulla, la qual té un diàmetre interior de 0,36 mm i una longitud de 3 cm. En un minut passen per l'agulla $4,5 \text{ cm}^3$ de sang. Calculeu la viscositat de la sang, suposant que la seva densitat fos de 1020 kg m^{-3} .
- 46) El radi de l'artèria aorta humana és al voltant d'a cm i la

sortida de sang del cor és aproximadament $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ per minut. Quina és la velocitat mitjana del flux a l'aorta?

- 47) El radi d'una artèria és incrementat en un factor 1,5. a) Si la pressió roman constant, com varia el cabdal? b) Si el cabal resta constant, com varia la pressió?

Forces de resistència

- 48) Un avió de 3600 kg necessita una velocitat de 192 km/h per aixecar el vol. Si l'avió porta una càrrega adicional de 2800 kg, quina és la mínima velocitat que necessita per aixecar el vol?
- 49) Un avió de caça de 1000 kg té un coeficient de resistència de 0,04 i vola a una velocitat mitjana de 50 m/s. Cadascuna de les ales té una longitud de 5m i un perfil com s'indica a la figura. La superfície frontal és de 3 m^2 . a) Calculeu la potència que han de desenvolupar els motors per a mantenir la velocitat mitjana. b) Calculeu el coeficient de sustentació. (Densitat de l'aire a $20^\circ\text{C} = 1,5 \text{ kg/m}^3$)



Problema 49

- 50) La potència que necessita un colibrí per mantenir-se a l'aire es $p_n = (w^3/2dA)^{1/2}$ on w és el pes de l'ocell, A és la superfície de les ales i d és la densitat de l'aire. a) Demostreu que el terme de la dreta té dimensions de potència. b) Es pot trobar una altra expressió de la forma $w^a d^b A^c$ que tingui dimensions de potència?

- 51) Els músculs natatoris d'un peix desenvolupen una potència de 0,4 kw, aplicant-se un 60% d'aquesta potència a la natació. Si el peix pot nedar a la velocitat de 5 ms^{-1} i si l'àrea màxima de la secció transversal a la direcció del moviment és 100 cm^2 , quin és el valor del seu coeficient de resistència? (Densitat de l'aigua 1000 kg/m^3)

- 52) Quina és la velocitat mitjana més alta del flux de sang a 37°C en una artèria de radi $2 \times 10^{-3} \text{ m}$ si el flux roman laminar? Quin és el correspondent cabal? (Densitat de la sang $1026,9 \text{ kg/m}^3$, viscositat de la sang a $37^\circ\text{C} = 2,084 \times 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$)

- 53) Trobeu el màxim radi pel qual es pot usar la llei de Stokes si volem determinar la velocitat terminal de partícules esfèriques de pols de densitat $3 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$. a) Quan estan a l'aigua a 20° b) quan estan a l'aigua a 20°C (viscositat de l'aire a $20^\circ\text{C} = 1,81 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, viscositat de l'aigua a $20^\circ\text{C} = 1,005 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$, densitat de l'aire $20^\circ\text{C} = 1,20 \text{ kgm}^{-3}$)

- 54) Tirem pols de guix sobre una superfície d'aigua en un vas de boca ampla. Suposant que les partícules són esfèriques, calculeu el radi de les partícules més grans que resten en suspensió després de 24 h. si la fondària del vas és de 10 cm. Densitat del guix 4000 kgm^{-3} . Viscositat de l'aigua = $10^{-3} \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$.

- 55) Una moderna ultracentrifugadora amb un rotor de 20 cm de radi s'utilitza per sedimentar partícules extremadament

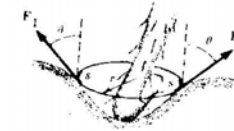
petites de densitat molt semblant a la del solvent. Si volem separar partícules que sense centrifugació trigarien una setmana a sedimentar-se, a quina velocitat angular haurà de girar la ultracentrifugadora perquè les mateixes partícules se sedimentin en mig minut.

56) A la superfície d'una determinada zona d'un estany hi ha una població de microorganismes composta d'un 50% de cèl.lules de 5μ de radi i un 50% de cèl.lules de 10μ de radi. Suposem que durant 24 hores aquestes cèl.lules es van sedimentant. Quina serà la composició de la població a la superfície de la zona al cap d'aquestes 24 hores? (Viscositat de l'aigua = $1,005 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Densitat dels microorganismes = $1,00 \text{ kg m}^{-3}$. Suposeu que la sedimentació és purament passiva).

57) Quan la força de resistència és proporcional al quadrat de la velocitat, demostreu que la velocitat terminal d'un objecte de secció constant A i de densitat d que cau a través d'un fluid de densitat d_0 val $v_T = \sqrt{[(d-d_0)2gL]/(d_0 C_D)}$ on L és la longitud de l'objecte i C_D és el coeficient de resistència. (veure per exemple Torkel Weis-Fogh "Universal Mechanisms for the generation of lift in flying animals" Scientific American Novembre 1975, p.80; J.Waren, "The Physiology of the Giraffe, Scientific American, Novembre 1974, p.96).

Tensió superficial i osmosi

58) Una aranya d'aigua de 2 g de massa descansa sobre la superfície de l'aigua. Suposant que cada pota aguanta un vuitè del seu pes, quin és el radi de la depressió feta per cada pota? Veieu la figura i considereu θ igual a 45° (Tensió superficial de l'aigua $73 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$).



Problema 58

59) Quan dues plaques de vidre humides es mantenen juntes en submergir-les en aigua, observem que l'aigua puja fins a una altura h dins de l'espai entre ambdues plaques. Demostreu que l'altura h està relacionada amb la distància δ entre les plaques per la fórmula $h = (2\sigma \cos\theta)/(\delta d g)$ on σ és la tensió superficial i d la densitat.

60) Quin diàmetre haurien de tenir els capil.lars dels arbres si la tensió superficial fos una explicació satisfactòria de la forma com la saba arriba a la capçada d'un pi gegant de 100 m d'altura? Suposeu que la tensió superficial de la saba és igual a la de l'aigua (Tensió superficial de l'aigua = $73 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$, angle de contacte 0° , densitat de l'aigua = 1000 kg m^{-3}).

D. TERMODINAMICA I TEORIA CINETICA

61) Quina és la temperatura on la lectura de les escales Cel-

sus i Fahrenheit coincideixen?

- 62) Un termòmetre amb una escala arbitrària (X) marca $-20\text{ }^\circ\text{X}$ en el punt de fusió del gel i $+90\text{ }^\circ\text{X}$ en el punt on bull l'aigua. Calculeu a) la temperatura Celsius corresponent a $50\text{ }^\circ\text{X}$. b) La temperatura Fahrenheit corresponent a $-10\text{ }^\circ\text{X}$. c) La temperatura per la qual l'escala X i l'escala Celsius marquen la mateixa lectura.
- 63) Una via de tren d'acer a $20\text{ }^\circ\text{C}$ medeix 20 m. Quina longitud tindrà a $40\text{ }^\circ\text{C}$ (Coeficient d'expansió lineal de l'acer a $20\text{ }^\circ\text{C}$ $1,27 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$). Sabent que té una secció de 20 cm^2 i que el mòdul de Young de l'acer és $20 \times 10^{10}\text{ Nm}^{-2}$, calculeu amb quina força hauriem hagut d'estirar per aconseguir el mateix allargament.
- 64) El pèndol d'un rellotge consisteix d'una barra prima d'acer amb un pes a un dels seus extrems. A $20\text{ }^\circ\text{C}$ el rellotge és exacte. a) Quant variarà la longitud de la barra si la temperatura puja fins a $40\text{ }^\circ\text{C}$? b) Avançarà o endarrerirà el rellotge? c) Quin és l'error del rellotge mesurat en segons per dia? (α acer $1,27 \times 10^{-6}\text{ K}^{-1}$).
- 65) El coeficient d'expansió volumètrica del vidre Pirex és una tercera part del del vidre normal. Quines implicacions comporta referent als esforços tèrmics?
- 66) Els Estats Units produeixen al voltant de $2 \times 10^{16}\text{ J}$ d'energia elèctrica per dia. Aquesta energia és equivalent a un treball amb un rendiment del 100% mitjançant un motor elèctric. a) Si aquesta energia es produïda per centrals amb un rendiment mitjà de 0,30 quanta calor passa al medi ambient cada dia? b) Quanta aigua es necessita per absorbir aquesta calor si la temperatura de l'aigua no pot augmentar més de $2\text{ }^\circ\text{C}$? (Calor específica de l'aigua $1\text{ cal g}^{-1}\text{ K}^{-1}$).
- 67) Una bola de neu cau des d'una teulada situada 20 m per

sobre del sòl. Si la seva temperatura és de $-10\text{ }^\circ\text{C}$ i suposem que cap fracció de la calor generada passa a l'ambient, quina serà la temperatura final de la bola? (Calor específica del gel $0,500\text{ kcal kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$).

- 68) Un home de 75 kg utilitza 2400 kcal per dia. Suposeu que el 10% d'aquesta energia s'utilitza per treballar i la resta es perd en forma de calor. Si el cos no tingués possibilitat d'alliberar la calor d'aquesta manera, i no n'hi hagués cap altre, quant pujaria la temperatura cada hora? (La calor específica del teixit animal és gairebé la de l'aigua).
- 69) Dins d'un recipient tenim 100 g de triclorometà a $35\text{ }^\circ\text{C}$. El recipient està envoltat d'1,75 kg d'aigua a $18\text{ }^\circ\text{C}$. Després d'un temps ambdós productes estan a la mateixa temperatura de $18,22\text{ }^\circ\text{C}$. Quina és la calor específica del triclorometà?

Conducció, convecció i radiació

- 70) A partir de les mesures de la radiació solar rebuda a la terra, es pot calcular que la superfície del Sol radia energia a un ritme de 6240 W cm^{-2} . Suposant que el Sol radia com un cos negre, calculeu la temperatura de la seva superfície. (Constant de Stefan $5,67 \times 10^{-8}\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-4}$).
- 71) En una tassa hi ha 250 g de cafè a $100\text{ }^\circ\text{C}$. Si la calor específica del cafè és la de l'aigua, compareu els efectes de refredament: a) si s'afegeixen 50 g de gel (calor latent de fusió del gel 80 cal g^{-1}) b) Si s'evaporen 5 g de cafè (calor latent d'evaporació 540 cal g^{-1}). c) Si es refreda durant 20 minuts per radiació (T exterior $30\text{ }^\circ\text{C}$, constant de Stefan $5,67 \times 10^{-8}\text{ W m}^{-2}\text{ K}^{-4}$, superfície de radiació 10 cm^2).
- 72) Una persona despullada amb un cos d'1,5 m² d'àrea i amb una temperatura de la pell de $40\text{ }^\circ\text{C}$ està dintre d'una sauna a $80\text{ }^\circ\text{C}$. a) Quanta calor absorbeix la persona per radiació de les parets, suposant que el coeficient d'emissió val 1? b) Quanta

calor radia la persona? c) Quanta suor ha d'evaporar per hora suposant que no hi ha cap transferència convectiva? (Negligiu la producció de calor metabòlica) (Constant de Stefan $5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$, calor latent d'evaporació 539 cal g^{-1}).

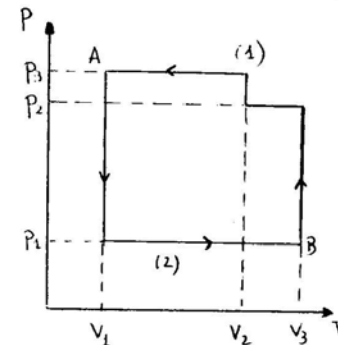
73) Quanta calor perdrà per convecció una persona nua si té una superfície d' $1,4 \text{ m}^2$ i està en contacte amb aire a $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Supposeu que el coeficient de transferència per convecció val aproximadament $1,7 \times 10^{-3} \text{ kcal s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ i que la temperatura de la pell és de $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

74) Un cub de vidre buit, de 10 cm de costat i amb parets d' $1,5 \text{ mm}$ de gruix, s'ompla de gel i es col·loca dins d'un recipient a $100 \text{ }^\circ\text{C}$. A quin ritme es fondrà el gel quan el flux de calor a través de les parets sigui estacionari? (Conductivitat tèrmica del vidre $0,002 \text{ cal s}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}$. Calor de fusió del gel $79,7 \text{ cal g}^{-1}$).

75) Una habitació té una finestra de 3 m^2 de superfície. La conductivitat tèrmica del vidre és $2 \times 10^{-4} \text{ kcal m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$. La temperatura de l'aire exterior és de $3 \text{ }^\circ\text{C}$. A quina temperatura podrà arribar l'habitació si tenim una estufa de 1000 W ? b) I si és de 2000 W ? (Suposeu que el vidre té un gruix d' 1 cm).

Cicles termodinàmics

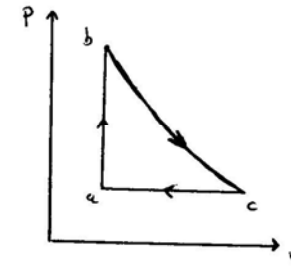
76) Quant treball fa el sistema en el procés de la figura: a) AB per (2); b) BA per (1); c) ABA seguint (2) i (1).



Problema 76

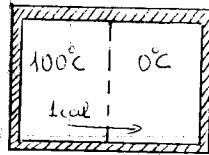
77) La pressió inicial d'un gas és $4 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ i el volum inicial és 2 m^3 . Es comprimeix el gas adiabàticament de forma que el seu volum es redueix fins a un volum que és la quarta part del volum original. Trobeu la pressió final. Compareu-la amb la pressió que resultaria d'una compressió similar del gas a temperatura constant. Quin dels dos processos requereix més treball (coeficient adiabàtic=1,4).

78) Un mol d'un gas ideal monoatòmic segueix el cicle de la figura. El procés bc és una expansió adiabàtica reversible. Si $p_b = 10 \text{ atm}$, $V_b = 1 \text{ m}^3$ i $V_c = 8 \text{ m}^3$, calculeu: a) la calor afegida, b) el treball net fet i c) l'eficiència del cicle (coeficient adiabàtic=5/3)



Problema 78

- 79) Suposem que la paret que separa els dos sistemes de la figura deixa passar la calor però no la massa. Per a l'intercanvi "calorífic" d'una calorïa indicat en el gràfic, calculeu l'increment d'entropia a) del sistema b) de l'entorn c) de l'univers



Problema 79

- 80) Un polímer es descompon en els cinc monòmers que els formen
 a) Quina és la variació d'entropia en aquest procés, (segons la definició microscòpica d'entropia?)
 b) Per trencar cadascun dels quatre enllaços, cal subministrar-li una energia de 300 kJ mol^{-1} (on, k_B és la constant de Boltzmann). A partir de quin temperatura la descomposició serà espontània?

- 81) Calculeu la temperatura per damunt de la qual tindrà lloc espontàniament un determinat procés termodinàmic si la variació d'entalpia del sistema és $500 \text{ kcal mol}^{-1}$ i la variació d'entropia del sistema és $30 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

- 82) Quin és el màxim rendiment d'una màquina que treballa entre 100°C i 400°C ?

- 83) Si s'inverteix un cicle de Carnot es té un sistema d'arrefredament on s'agafa una quantitat de calor Q_1 d'un dipòsit a temperatura T_1 i es dona una quantitat Q_2 a un dipòsit a temperatura $T_2 > T_1$. Demostreu que el treball necessari per aquesta operació ve donat per l'expressió

$$\text{Treball} = Q_2(1 - T_1/T_2)$$

- 84) Per fer gel en un recipient ple d'aigua hem de treure $2 \times 10^8 \text{ J}$.

a) Quant tardarem si fem un refrigerador de Carnot de 100 W de potència d'entrada si opera entre les temperatures de 170 K i 310 K ?

b) El temps obtingut, és consistent amb les apreciacions habituals?

- 85) Suposant que la quantitat de carboni que es necessita per mantenir la caldera d'una màquina de tren a 250°C no depèn de la temperatura exterior, sabent que la temperatura del Sàhara durant el dia és de 50°C i durant la nit és de -10°C , i suposant que la màquina segueix un cicle de Carnot, quina reducció hi hauria en el pressupost de carboni en els ferrocarrils algerians si els serveis fossin nocturns i no diürns com és habitual?

- 86) Al fons d'un llac, on la temperatura és de 7°C la pressió és de $2,8 \text{ atm}$. Una bombolla d'aire de 4 cm de diàmetre puja des del fons fins a la superfície on la temperatura és de 27°C . Quin és el diàmetre de la bombolla a la superfície?

- 87) Un cilindre conté $0,02 \text{ m}^3$ d'oxigen a una temperatura de 25°C i a pressió una pressió de 15 atm .

a) Quin volum ocuparà a 25°C i a 1 atm de pressió?

b) Un home està respirant oxigen pur ajudat per una màscara de respiració amb una velocitat de $0,008 \text{ m}^3$ cada minut a la pressió atmosfèrica i a 25°C . Per quant de temps en tindrà?

Ritme metabòlic

- 88) El ritme metabòlic basal per tots els humans baixa a partir dels 20 anys, fins a un 20% a l'edat de 70 anys.

a) Una persona vella es refredarà més ràpidament que una persona jove? Perquè?

b) Si una persona de 70 anys treballa amb el mateix ritme

que un home jove i els dos tenen la mateixa eficiència, quin dels dos tindrà el ritme metabòlic més alt? Expliqueu-lo.

- 89) Una dona de 45 kg puja per unes escales de 5m en 3s.
- Quina és la seva potència mecànica?
 - Si el ritme metabòlic basal de la dona és 1 W/kg i treballa amb un 10% d'eficiència, quin és el seu ritme metabòlic quan puja les escales?
 - Quina és la quantitat total d'oxigen consumida per la dona?
(Cada litre d'oxigen equival a 4,83 kcal)
- 90) La temperatura de l'aire és de 20°C i la humitat relativa del 50%. Si la temperatura baixa a 4°C, quina fracció de la massa de vapor d'aigua es condensarà? A 20°C i 4°C, les pressions de vapor d'aigua saturat són, respectivament, 23,3 Nm⁻² i 8 Nm⁻².

Teoria Cinètica

- 91) L'urani natural està compost d'un 99,3% d'²³⁸U amb una massa atòmica de 238 u.m.a. i d'un 0,7% d'²³⁵U, de 235 u.m.a. L'isòtop ²³⁵U és el que es fa servir als reactors nuclears. Ambdós isòtops es separen mitjançant un procés de difusió. El mètode utilitza que les velocitats quadràtiques mitjanes en el gas UF₆ són diferents pels dos isòtops. Quina és la relació entre les seves velocitats a 37°C?
- 92) La velocitat quadràtica mitjana de les molècules d'un gas de densitat 0,84 kgm⁻³ és 1414 ms⁻¹. Quina és la pressió del gas?

E. ONES. ACUSTICA.

Repàs del moviment harmònic simple

- 93) Un cilindre de massa M i secció A flota en un líquid de den-

sitat d. Si l'enfonsem i el deixem anar, trobeu el període d'oscil·lació.

- 94) Un tub en forma de U, com els que trobem sovint als laboratoris, està ple d'un líquid homogeni. Es comprimeix durant una estona el líquid d'una branca amb un excés de pressió. En igualar la pressió de les dues branques, el nivell de líquid oscil·la. Demostreu que el període d'oscil·lació és $2\pi L/2d$, on L és la longitud total del líquid en el tub y d la densitat del líquid.
- 95) Una barra de ferro penja en posició horitzontal d'un cable vertical lligat al seu centre. Apliquem a la barra un moment horitzontal de 5 Nm i la barra gira un angle de 12°. Quan la barra es deixa anar, oscil·la amb un període de 1/2 segon. Determineu el moment d'inèrcia de la barra.
- 96) Mitjançant uns òrgans sensibles de les extremitats de les cames, les aranyes poden detectar les vibracions de la seva xarxa quan hi queda capturat algun insecte. En quedar atrapat en una determinada xarxa, un insecte d'1 gram produeix una vibració de 15 Hz.
- Quina és la constant elàstica de la xarxa?
 - Quina seria la freqüència de la xarxa quan captura un insecte de 4 g?
- 97) L'energia elàstica d'una molla val $U=1/2KX^2$. Els músculs de les ales d'un insecte tenen $K=6 \times 10^{-4} \text{Nm}^{-2}$. L'amplitud del moviment de les ales és 10⁻²m, la constant de fricció val $\bar{a}=10^{-2}$ s.g i la massa de l'ala 10⁻²g.
- Calculeu la freqüència de les ales.
 - Calculeu la potència necessària per volar, suposant moviment oscil·latori harmònic.

Moviment Ondulatori

- 98) Una antena de radar emet radiació electromagnètica

($c=3 \times 10^8$ m/s) amb una longitud d'ona de 0,03 m durant 0,5 s.

- a) Quina és la freqüència de la radiació?
- b) Quantes ones completes s'emeten durant aquest interval de temps?
- c) Quina longitud té el tren d'ones emès durant aquest interval?
- 99) Una rata pinyada emet senyals a intervals de 5×10^{-3} s, cadascun dels quals dura $0,3 \times 10^{-3}$ s.
- a) A quina distància està l'animal d'un objecte si comença a rebre la reflexió del senyal just quan l'acaba d'emetre?
- b) Quant de temps passarà entre el final del retorn de l'ona reflectida i el començament de l'emissió del següent senyal? (Velocitat del so a l'aire 330 m/s)
- 100) Un tren ràpid es mou amb l'aire en calma, a la velocitat de 30 m/s. La freqüència de la nota emesa pel xiulet de la màquina és de 500 cicles/s.
- a) Quina és la freqüència de les ones sonores davant i darrera la màquina?
- b) Quina seria la freqüència del so sentit per un observador immòbil davant o darrera la màquina?
- c) Quina freqüència sentiria un viatger d'un altre tren que portés una velocitat de 15 m/s quan s'acosta i quan s'allunya del primer?
- 101) Un vaixell de pesca està pescant en aigües prohibides. Utilitza un "sonar" que emet ones sonores de 500 Hz de freqüència i es mou a una velocitat de 15 Km/h. Si una llanxa de vigilància resta en repòs i detectava les ones de "sonar" produïdes pel vaixell de pesca que s'allunya, quina longitud d'ona detectaria? Si en la seva fugida, el vaixell detecta uns peixos que naden en la mateixa direcció que el vaixell a una velocitat de 9 Km/h, quina serà la freqüència de l'ona de "sonar" reflectida en els peixos, que es detecta en el vaixell de pesca? (Velocitat del so a l'aigua 1500 m/s)

102) Fent experiències amb el flux de la sang, es detecta un corrent Doppler de 100 Hz en un instrument que té una font de freqüència de 5×10^4 Hz. Quina és la velocitat mitjana de la sang? (Velocitat del so a la sang 1570 m/s)

103) Una galàxia s'allunya de nosaltres a una velocitat de 3×10^7 m/s. Quina és la freqüència de la llum que observem si ha estat emesa per la galàxia a 6×10^{14} Hz?

104) Un fil metàl·lic és estirat per una força de 135 N entre dos suports rígids separats per una distància de 50 cm. El diàmetre del fil és 0,35 mm i la densitat del metall 8,8 g/cm³. Quina és la freqüència fonamental de la nota emesa pel fil quan vibra transversalment?

105) Un fil metàl·lic té les següents característiques: coeficient d'expansió lineal $1,5 \times 10^{-5}$ °C⁻¹; mòdul de Young $2,0 \times 10^{12}$ dynes/cm²; densitat 9,0 g/cm³. En cada extrem hi ha suports rígids. Si la tensió és nul·la a 20°C, quina serà la velocitat d'una ona transversal a 8°C?

106) Sovint es fa servir una làmina de cristall de quars per controlar la freqüència d'un circuit elèctric oscil·lant. S'originen ones longitudinals en la làmina amb producció de ventres a les cares oposades. La freqüència fonamental de la vibració ve donada per l'equació $f=2,87 \times 10^6/d$, on f és la freqüència en Hertz i d és el gruix de la làmina en cm. Trobeu a) el mòdul de Young de la placa de quars i b) el gruix de la làmina necessari per a una freqüència de 1200 kHz. La densitat del quars és 2,66 g/cm³.

So

107) Els dofins emeten ones ultrasòniques de $2,5 \times 10^4$ Hz. Quina és la longitud d'ona d'aquestes ones a l'aigua? ($c=1531$ m/s). Quin gruix haurien de tenir les cordes d'una xarxa per poder

pescar un dofí?

108) La nota més baixa d'un piano té una freqüència de 27,5 Hz. La corda corresponent té una longitud de 2 m i una tensió de 300 N. Quina és la massa total de la corda?

109) L'espectre d'una ona periòdica conté 12,24,48 i 96 Hz. Quins harmònics falten?

110) Un diapasó de freqüència 512 Hz es manté sobre l'extrem d'un tub vertical l'extrem inferior del qual penetra a l'aigua. A 27°C s'obté ressonància quan el tub sobresurt de la superfície de l'aigua 16,4 o 50,3 cm. Calculeu la velocitat del so a l'aire a aquesta temperatura.

111) La freqüència fonamental de la corda més pesant d'un violoncel és 65,4 Hz. Quina és la freqüència de pulsació del tercer harmònic de la corda amb la freqüència fonamental de 196 Hz de la corda més pesant d'un violí?

112) Una corda de violí de 0,33 m de longitud s'afina a una freqüència fonamental de 440 Hz. Una corda de violoncel de 0,69 m s'afina a una freqüència fonamental de 220 Hz. Si ambdues cordes tenen la mateixa tensió, quina és la relació entre les respectives masses per unitat de longitud?

113) Una corda tensa de 60 cm de longitud fixada pels extrems vibra a una freqüència fonamental de 30 Hz. L'amplitud de l'ona és de 3 cm i la corda té una massa de 30 g. Quina és la velocitat de propagació transversal a la corda? A quina tensió està sotmesa?

114) Un sistema acústic públic està ajustat a un nivell de 70 dB per a oïdors a 10 m de distància. Quin nivell d'intensitat se sent a 50 m?

115) El sistema auditiu humà pot distingir una diferència

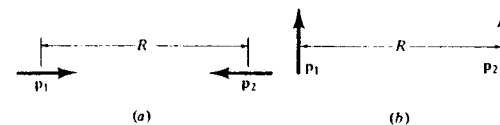
d'intensitats de 0,6 dB a una determinada freqüència. Quin percentatge de potència s'ha d'incrementar el so per produir un augment d'intensitat de 0,6 dB?

F. ELECTROSTATICA.

116) Si un àtom està col·locat en el si d'un camp elèctric E , variarà la seva distribució de càrrega i es produirà un moment elèctric dipolar $p = \alpha E$, on α és la polaritzabilitat de l'àtom. a) Un àtom de polaritzabilitat α està a una distància r d'un ion de càrrega $+e$, on r és gran comparada amb la gradària de l'àtom. Quin és el moment dipolar induït?

b) Quina és l'energia potencial de l'àtom i l'ió?

117) Dos dipòls p_1 i p_2 estan separats una distància R , gran comparada amb la separació de les càrregues. Calculeu quant val l'energia elèctrica total dels dipòls quan estan orientats com mostra la figura. (Un dipòl a l'origen dirigit al llarg de l'eix y té un camp elèctric en un punt de l'eix x que ve donat per l'expressió $E = -kp\hat{y}/x^3$. A l'eix y , el camp val $E = 2kp\hat{y}/y^3$ on \hat{y} és el vector unitari en la direcció y).

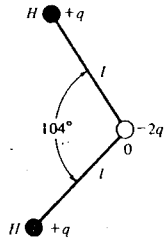


Problema 117

118) Un model de molècula de l'aigua es mostra en la figura. Cada àtom d'hidrogen té una càrrega positiva i l'àtom

d'oxigen té una càrrega neta $-2q$. La distància l és $9,65 \times 10^{-11} \text{ m}$. La càrrega positiva de l'àtom d'hidrogen i la meitat de la càrrega negativa de l'àtom d'oxigen formen un dipol. El moment elèctric dipolar total de la molècula p és el vector suma dels dos moments dipolars H-O.

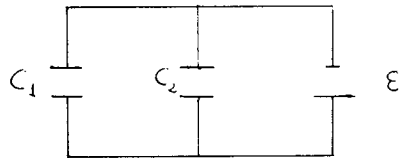
- Quina és la direcció de p ?
- Si $p = 6,0 \times 10^{-30} \text{ Cm}$, quina és la càrrega q en múltiples de la càrrega del protó $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$?



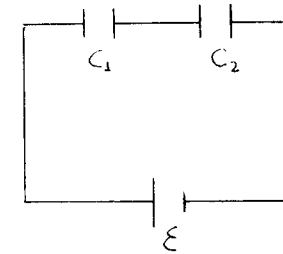
Problema 118

Corrent Elèctric

- 119) Els dos condensadors de la figura estan connectats en paral·lel. La bateria dóna una diferència de potencial V entre cadascun d'ells. Demostreu que un condensador sol de $C_p = C_1 + C_2$ emmagatzemarà la mateixa quantitat de càrrega.



- 120) Els condensadors de la figura estan en sèrie. Quan estan connectats a una bateria, la càrrega Q en cadascun d'ells és la mateixa. Demostreu que un condensador simple C_m amb càrrega Q tindrà una diferència de potencial $V = V_1 + V_2$ si $1/C_m = 1/C_1 + 1/C_2$ on C_m és la capacitat equivalent.



Problema 120

- 121) Una tira de 25 llums iguals per a un arbre de Nadal on les bombetes estan connectades en sèrie, quan està funcionant a 120 V de tensió, consumeix 500 W.
- Quin és el corrent a les bombetes?
 - Quina és la resistència d'una bombeta?
 - Què passa quan es fon una bombeta?
 - Què passaria si estiguessin connectades en paral·lel?

- 122) La resistència normal d'una persona de mà a mà a través del cos és de 2000Ω . Si una persona toca accidentalment amb les mans dos conductors entre els que hi ha una diferència de potencial de 100 V, quin corrent circularà per ella? Si un dels conductors està connectat a terra i des de l'altre he ha una trajectòria a terra de 10Ω de resistència, quin corrent circularà ara per la persona, suposant que el màxim corrent que es pot obtenir del generador és d'1 A?

- 123) La diferència de potencial que produeix un llamp pot arribar a ésser 1 GV i la càrrega desplaçada 40 C. Quanta ener-

gia es transforma durant el llamp i a quina temperatura arribarien 10³kg d'aigua des d'una temperatura inicial de 20 C?

124) Una petita fàbrica utilitza 100 kW de potència que és subministrada per conductors de 5 Ω de resistència. Quanta potència s'estalviaria si la potència se subministrava a 50000 V en lloc de a 10000 V?

125) Una pila de mercuri de grandària determinada té una f.e.m. d'1,35 V i una resistència interna de 0,03 Ω mentre que una pila seca comparable té una f.e.m. d'1,5 V i una resistència interna de 0,5 Ω. Suposant que un audifon que funciona a 4 V i que consumeix una potència de 2 W ha de funcionar amb piles, demostreu que poden emprar-se tres piles de mercuri però no tres piles seques.

126) Utilitzem un calorímetre per mesurar la calor latent de fusió d'un material. El calorímetre té una resistència de 50 Ω connectada a una font de 120 V. Quan la mostra arriba al punt de fusió, 0,3 kg de la mostra tarden 2 minuts en fondre. Quina és la calor latent de fusió de la mostra?

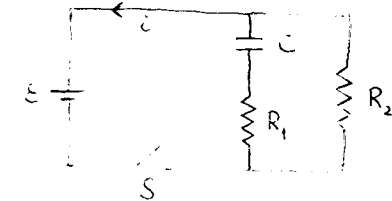
127) Una resistència de 1000 Ω i un condensador de 10⁻⁶F estan connectats en sèrie a una bateria de 100 V de f.e.m.
 a) Trobeu la constant de temps.
 b) Quina és la càrrega final en el condensador?

128) Verifiqueu que el producte RC té dimensions de temps.

129) En el circuit de la figura el condensador està inicialment descarregat. En l'instant t=0 es tanca l'interruptor S.
 a) Quin és el corrent "i" subministrat per la pila en el moment de tancar l'interruptor?
 b) Quin és el corrent "i" després d'una llarga estona t=t'
 d'haver connectat l'interruptor?
 c) A t=t' tornem a obrir l'interruptor S. En quant temps

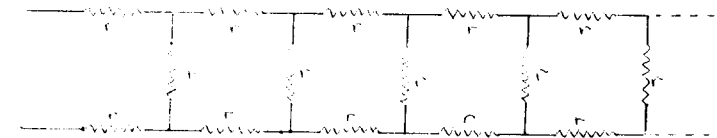
disminueix la càrrega del condensador fins al 10% del valor inicial quan era t=t'?

$\epsilon = 5V$
 $R_1 = R_2 = 5000\Omega$
 $C = 1\mu F$



Problema 129

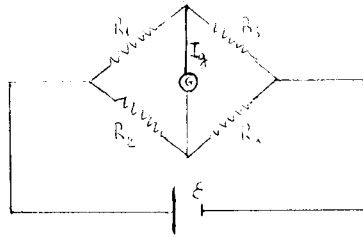
130) Demostreu que la resistència de la xarxa infinita de la figura val $(1+\sqrt{3})r$.



Problema 130

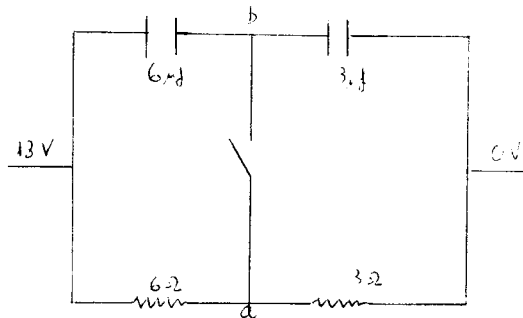
131) La figura mostra un pont de Wheatstone, instrument que sovint es troba en els laboratoris i que s'utilitza per mesurar resistències. R₁ i R₂ valen 10 Ω, i s'ajusta R₃ fins que el corrent pel galvanòmetre I_g val zero. Si R₃ val

98,2 Ω , quant val R_* ?



Problema 131

- 132) a) Quina és la diferència de potencial entre els punts a i b de la figura quan l'interruptor està obert?
 b) Quin dels dos punts a i b està a un potencial més elevat?
 c) Quin serà el potencial del punt b quan es tanqui l'interruptor?
 d) Quina és la quantitat de càrrega que fluirà a través de l'interruptor en tancar-lo?



Problema 132

G. MEMBRANES

- 133) Calculeu la tensió parietal d'un vas sanguini de 0,5 mm de

radi i que conté fluid a una pressió de 100 mm Hg.

- 134) Una persona que pateix d'alta pressió de la sang té una diferència entre el sistema arterial i venós de 150 torr contra els 88 torr normals. Supposeu que l'energia gastada en mantenir la tensió a la paret del cor és proporcional a la força que fa. a) Si el cor no és més gran, en quin factor s'hauran incrementat els requeriments metabòlics? b) Si el cor ha incrementat el seu radi en un 5%, estudeu les exigències metabòliques que això implica.
- 135) Usant la suposició que un ventricle es pot aproximar per una esfera, en quin factor s'incrementa la força de les parets del ventricle si el radi ho fa en un 10%.
- 136) La còrnia de l'ull és una superfície esfèrica sotmesa a una tensió. a) Si l'humor aquós darrera la còrnia està sotmès a la tarda a una pressió de 24 torr i el radi de corbatura d'aquesta és de 7,7 mm, trobeu la tensió a la còrnia. b) Suposant que la tensió calculada en el cas anterior sigui constant, quant variarà el radi de la còrnia al matí si la pressió augmenta 4 torr.
- 137) Els ronyons treuen de la sang uns 180 l de fluid per dia (el 99 per cent d'aquest fluid es torna a la sang i l'1 per cent restant s'elimina en forma d'orina). L'eliminació del fluid del plasma és una osmosi inversa, perquè el plasma té una pressió osmòtica de 28 mm de Hg. Quant de treball hauran de fer els ronyons cada dia per filtrar el fluid de la sang?
- 138) La membrana d'una cèl.lula a 27° C es trenca a una tensió de 2 Nm⁻¹. La pressió osmòtica del citoplasma respecte de l'aigua pura és de 6 atm. El radi de la cèl.lula val 10 μ m. Es trencarà la cèl.lula en introduir-la en un bany d'aigua pura? Quina concentració mínima de sucre (impermeable a la membrana) haurà de tenir el bany perquè la cèl.lula no es trenqui?

139) El coeficient de difusió de la sacarosa en aigua és $5,2 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Calculeu quanta sacarosa es difondrà al llarg d'un tub horitzontal de 5 cm^2 de secció en 10 s sota un gradient de concentració de $0,25 \text{ kg m}^{-3}$.

140) Les velocitat a què es mouen els impulsos elèctrics al llarg d'un àxon humà i de l'àxon del calamar són, respectivament, 30 ms^{-1} i 100 ms^{-1} . Avalueu el quocient entre els diàmetres dels àxons. (densitat de l'axoplasma = $2 \text{ } \Omega \text{ m}$, $C_m = 5 \times 10^{-8} \text{ F m}^{-2}$)

141) Un metre quadrat de membrana d'àxon té una resistència de $0,2 \text{ } \Omega$. La membrana té un gruix de $7,5 \times 10^{-9} \text{ m}$. a) Quina és la resistivitat de la membrana? b) Suposeu que la resistència de la membrana es produïda pels porus plens de fluids que travessen la membrana. Els porus tenen un radi de $3,5 \times 10^{-10} \text{ m}$. El fluid dels porus té una resistivitat de $0,15 \text{ } \Omega \text{ m}$ i la resta de la membrana es pot considerar com un aïllant perfecte. Quants porus ha d'haver-hi per metre quadrat si volem explicar la resistència observada?

142) Un segment d'1 cm de longitud d'àxon mielinat té un radi de 10^{-6} m . La seva capacitat és de $6 \times 10^{-8} \text{ F}$ i el potencial en repòs és de -90 mV . a) El potencial en repòs és degut a un excés d'ions positius al llarg de la membrana fora l'àxon i un excés igual però negatiu dintre. Quin excés de càrrega hi ha a cada costat? b) Si aquests excessos es deuen a ions carregats amb una sola càrrega elemental, quin excés d'ions hi ha a cada costat? c) Trobeu el quocient d'aquest nombre total d'ions negatius dintre del segment.

143) Un segment d'1 cm de longitud d'àxon no mielinat té una capacitat de $3 \times 10^{-8} \text{ F}$. a) Si el potencial axoplasmàtic canvia des de $+40 \text{ mV}$ fins a -96 mV , quant canvien les càrregues en excés a cada costat de la membrana? b) Si el canvi es produeix per un flux cap a fora dels ions de potasi, quants

ions deixaran el segment d'àxon? c) Si la concentració original de potasi dintre de l'àxon és de 155 mols m^{-3} , quina fracció dels ions de potasi deixen l'àxon? (radi de l'àxon $5 \times 10^{-6} \text{ m}$).

144) Calculeu en quina direcció anirà el flux de potasi en la següent configuració ($k = 8,62 \times 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$, $T = 310 \text{ K}$)

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| $V = 0 \text{ mV}$ | $V = -70 \text{ mV}$ |
| $ K^+ = 3 \text{ mols m}^{-3}$ | $ K^+ = 12 \text{ mols m}^{-3}$ |

H ELECTROMAGNETISME

145) Un electró es mou a 10^6 ms^{-1} directament cap a un fil metàl·lic conductor per on circula un corrent de 50 A . a) Trobeu la força sobre l'electró quan està a $0,5 \text{ m}$ del fil. b) Trobeu l'acceleració resultant. (Massa de l'electró $9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, càrrega de l'electró $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$).

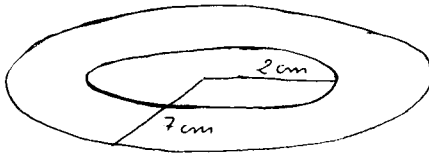
146) Per emmagatzemar energia que es pugui utilitzar durant moments de gran demanda s'ha proposat de construir enormes imants usant fils superconductors. En un disseny, espirals de 100 m de radi transporten corrents de 150.000 A . El camp mitjà degut a aquest corrent és de 5 T . L'imant està col·locat en un túnel dintre la roca per obtenir un suport estructural escaient, ja que cada part del fil està sotmesa a grans forces degudes al camp. a) Si el camp magnètic és paral·lel a l'eix de l'espiral i perpendicular als fils, quina és la força sobre 1 m de fil? Demostreu que la força és radial cap a fora. c) Si hi ha 10 voltes per cada metre de longitud de l'espiral, quina és la pressió mitjana cap a fora sobre la roca?

147) D'acord amb el model de Bohr, en l'àtom normal d'hidrogen l'electró gira al voltant del protó en un cercle de radi $5,1 \times 10^{-11} \text{ m}$ i a una freqüència de $6,8 \times 10^{14} \text{ Hz}$. a) Quin és el

corrent degut al moviment orbital de l'electró? b) Quin és el camp magnètic sobre el protó degut a aquest corrent?

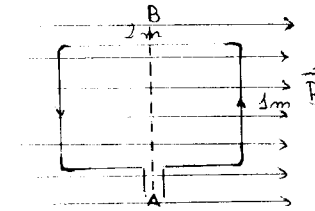
148) Per un segment de 10 m de longitud i 0,5 N de pes passa un corrent de 5 A. Està lligat de manera que es pot moure verticalment però no horitzontalment sobre un altre fil pel qual passa un corrent de 10 A en la direcció contrària. A quina separació el pes del fil s'igualaria amb les forces magnètiques?

149) La figura mostra una espira de 2 cm de radi, concèntrica amb una de 7 cm de radi. Amb un corrent de 5 A a l'espira més gran, trobeu els corrents que es necessiten a l'espira petita per obtenir els següents valors del camp magnètic total al centre a) $9,0 \times 10^{-3}$ T, b) $2,0 \times 10^{-3}$ T i c) zero. En cada cas determineu si la direcció del corrent a l'espira petita és la mateixa que la del corrent a l'espira gran.



Problema 149

respecte d'un eix que vagi d'A a B.



Problema 150

151) Ions de Li amb una sola càrrega de $1,6 \times 10^{-19}$ C i masses de $10,05 \times 10^{-27}$ kg i $11,72 \times 10^{-27}$ kg són accelerats a través d'una diferència de potencial de 5000 V i penetren en un camp magnètic d'intensitat 0,05 T perpendicular a la direcció de la velocitat. Si descriuen dintre del camp una semicircunferència, trobeu la separació de les marques sobre una placa fotogràfica col·locada perpendicularment a la velocitat d'arribada.

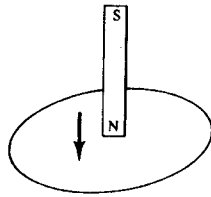
152) Un espectròmetre de masses té un camp elèctric de 10^5 NC⁻¹ i un camp magnètic de 0,6 T en el selectro de velocitats i de 0,8 T en la regió de corbatura. a) Quina és la velocitat dels ions que passen a través del selector de velocitat? b) Trobeu la separació d'isòtops ionitzats neó 20 i neó 22 amb càrregues +e després d'haver estat corbats un semicercle. (El neó 20 té una massa de 20 uma i el neó 22 té una massa de 22 uma. 1 uma = $1,66 \times 10^{-27}$ kg)

153) Un ciclotró accelera protons de massa $1,67 \times 10^{-27}$ kg a una velocitat 3×10^7 ms⁻¹. El camp magnètic és 1,5T. Trobeu el

màxim radi orbital i la freqüència orbital.

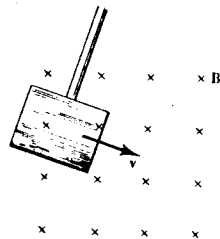
- 154) Els electrons en un tub de televisió són accelerats des del repòs per una diferència de 2×10^4 V. Quina és la seva velocitat? b) Si el camp magnètic de la Terra forma un angle recte amb el raig d'electrons, i té un valor de 6×10^{-5} T, quina és la força magnètica sobre un electró? c) Feu una estimació del desplaçament resultant degut a la força magnètica quan el raig ha viatjat 0,15 m pel tub. (càrrega de l'electró $1,6 \times 10^{-19}$ C, $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg)

- 155) Molem una barra d'imant per l'interior d'una espira (veure la figura). Trobeu la direcció del corrent induït quan l'imant esta a) per sobre, b) al mig, c) per sota l'espira. Dibuxeu un gràfic del corrent induït front al temps suposant que el corrent de l'imant és constant.



Problema 155

- 156) Un pèndol de metall es mou en el si d'un camp magnètic uniform. a) Com són els corrents induïts? b) Quina és la direcció de la força magnètica sobre el pèndol?



- 157) Un avió amb una envergadura de 50 m vola en direcció nord a 220 ms^{-1} en una regió on la component vertical del camp magnètic terrestre és de $5,05 \times 10^{-5}$ T. Quina és la f.e.m. induïda entre les puntes de les ales?

- 158) La inducció mútua entre la bobina implantada i la bobina externa d'un marcapàs exterior és d'1 mH. Quina és la f.e.m. induïda a la bobina implantada quan el corrent del circuit exterior varia 100 mA en 0,5 ms?

Corrent altern

- 159) Un condensador està en sèrie amb una resistència no inductiva i una xarxa de corrent altern a 130V i 350 rad s^{-1} . A través de la capacitat i de la resistència es produeixen diferències de potencial de 120V i 50V respectivament essent el corrent 1,5A. Quins són els valors de la capacitat i de la resistència?

- 160) Una resistència de 5Ω , una inducció de 0,01 H i un condensador de 10^{-4} F estan connectats en sèrie a una xarxa de freqüència variable. a) Quina és la freqüència corresponent? c) Quanta potència es dissipa si la f.e.m. efectiva de la xarxa és de 10V?

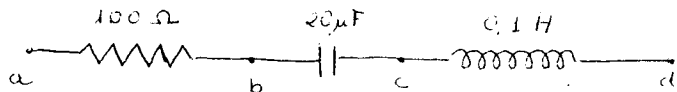
- 161) Un circuit de sintonització en un aparell de radio consisteix a una bobina d'inductància 10^{-3} H i un condensador variable. a) Quina és la capacitància si el receptor està sintonitzat a $f_0 = 1,4 \times 10^6$ Hz.

- 162) Apliquem al primari d'un transformador un voltatge altern de 110V. L'eficiència del transformador és el 99% i els corrents en els circuits primari i secundari són 1,60A i 132 mA respectivament. Quin és el voltatge en el secundari, i quin és el quocient entre el nombre d'espires del primari i del

secundari?

163) Un circuit de control de som ha de tenir doble impedància a 200 Hz que a 500 Hz. Si està compost d'una resistència de 200Ω en sèrie amb un condensador, quina és la capacitat d'aquest?

164) Quina és la impedància del circuit representat a la figura per una freqüència de 50 Hz? b) Si $V_{ab} = 220 \text{ V}$, determineu V_{bc} i V_{cd} .



Problema 164

I OPTICA

Optica física

165) La llum que incideix sobre un parell d'esclatxes produeix un diagrama d'interferència en una pantalla col·locada a 2,5 m de les esclatxes. Si la separació entre les esclatxes és de 0,015 cm i la distància entre les ratlles de màxima lluminositat de la pantalla és de 0,76 cm, quant val la longitud d'ona de la llum?

166) La llum entra a l'ull per la pupil·la que és una obertura transparent de 5 mm de diàmetre. Quin és l'angle de difracció θ que es produeix quan un feix de raigs paral·lels

de llum groga (589 nm) passa a través de la pupil·la?

167) Dues ones de la mateixa freqüència i amplitud arriben a un punt, i l'ona resultant té una amplitud que és 1,85 vegades l'amplitud de les ones inicials. Quina és la diferència de fase entre les ones incidents?

168) Un cotxe s'atansa a un observador per una carretera recta en una nit molt fosca. Els fars del cotxe estan separats 100 cm. A quina distància estarà el cotxe de l'observador quan aquest pugui assegurar que està veient dos fars i no un de sol? Preneu per a l'abertura de la pupil·la 5 mm i com a longitud d'ona efectiva 550 nm.

169) Calculeu el nombre d'ones contingudes en una làmina de vidre de 5 mm de gruix, quan hom la il·lumina perpendicularment amb una llum monocromàtica que en el buit té una longitud d'ona de 600 nm. Index de refracció del vidre 1,5. Calculeu també, la velocitat de la llum en aquest medi i el temps que tarda la llum en travessar la làmina.

170) Quan una certa mostra biològica és travessada per llum blava de 426 nm en el buit, aquesta llum es divideix en dos feixos polaritzats perpendicularment entre si, essent els respectius índexs de refracció 1,316 i 1,332. Quines són les velocitats i longituds d'ona d'aquests feixos a l'interior de la mostra? Si la mostra té un gruix de 0,001 mm, quina és la diferència de fase introduïda entre els dos feixos en travessar-la?

Optica geomètrica

171) En el centre del fons d'un recipient cilíndric de 18 cm de radi hi ha una moneda de diàmetre petit. El recipient conté aigua fins una alçada x , i queden sense omplir 1,5 cm. mirant des del caire del recipient, el primer raig lluminós que s'observa forma amb la paret vertical un angle la

tanngent del qual val 4. Calculeu el volum del recipient.

172) L'angle límit del diamant és $24^{\circ} 30'$. Trobeu l'índex de refracció i expliqueu per què aquest petit valor de l'angle límit justifica els esclats del diamant quan se'l talla com a pedra preciosa.

173) Una fibra de vidre d'índex de refracció 1,6 es recobreix de vidre menys dens, d'índex 1,5. Quin és l'angle límit per a la llum que arriba a la inintercara des de la fibra?

174) Un objecte està a 21 cm davant d'una lent de distància focal 14 cm. a) Trobeu la distància a la qual es forma la imatge. b) Quin és l'augment de la imatge?

175) Un projector de diapositives està a 12 m d'una pantalla d'1,5 m d'amplada. Quina distància focal ha de tenir la lent perquè la imatge d'una diapositiva de 35 mm ompli la pantalla?

176) Una màquina fotogràfica provista d'un teleobjectiu de 450 mm de distància focal obté una fotografia d'un objecte que es troba a 60 m de distància. A quina distància de l'objecte hauria d'estar una màquina provista d'un objectiu de 50 mm per a obtenir una imatge de les mateixes dimensions?

177) El cristal·lí d'un ull relaxat té una distància focal efectiva de 17 mm. El diàmetre de la pupil·la varia entre 1,5 i 8 mm, segons la intensitat de la llum. Quins serien els números dels diafragmes de l'ull, segons el conveni de les màquines fotogràfiques?

178) Una màquina fotogràfica té un objectiu de 35 mm. Fem una fotografia amb el diafragma 22. Quina serà la dimensió de la taca produïda per un objecte lluminós puntiforme situat a l'infinit (Suposeu que la longitud d'ona és de 550 nm) b) Ampliem el clítxé 10 vegades. S'advertirà la taca a simple

vista, si la mirem des d'una distància de 25 cm?

179) Quin és l'augment d'una lupa de 15 dioptries suposant que forma la imatge virtual a 25 cm?

180) a) Quina distància focal han de tenir les ulleres per llegir d'una persona, el punt pròxim de la qual és 150 cm? b) Quina és la potència (en dioptries) d'aquesta lent?

181) La distància focal d'una persona curta de vista és d'1,90 cm comparada amb els 20 mm de distància entre la retina i el cristal·lí. a) Quina és la distància màxima a la qual aquesta persona pot veure-hi clar? b) Quina potència en dioptries ha de tenir la lent per corregir la visió?

182) Un microscopi té un objectiu de 0,3 cm de distància focal i un ocular de 2,0 cm de distància focal. a) On ha d'estar la imatge formada per l'objectiu perquè l'ocular produeixi una imatge virtual a 25 cm per davant de l'ocular? b) Si les lents tenen 20 cm de separació, quina distància separa l'objectiu de l'objecte que està sobre la platina? c) Quin és l'augment total del microscopi? d) A quina distància hauria d'estar l'objecte d'una sola lent que produís el mateix augment?

183) Un microscopi té un objectiu de 0,3 cm de distància focal i 0,8 cm de diàmetre. Trobeu el límit de resolució del microscopi quan s'observen objectes en l'aire, suposant que la longitud d'ona de la llum és 560 nm.

184) Quina és la longitud d'ona associada a electrons que tenen una velocitat de $3,00 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$? Si aquests electrons es fan servir en un microscopi electrònic amb una obertura numèrica de 0,005, quin és el límit teòric de resolució de l'instrument? ($h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, massa de l'electró $9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$)

185) Quina diferència de potencial ha recorregut un electró que presenta propietats ondulatories associades a una longitud d'ona de 0,1 nm? ($h=6,6 \times 10^{-34}$ J.s, massa de l'electró $9,1 \times 10^{-31}$ Kg, càrrega de l'electró $1,6 \times 10^{-19}$ C)

J. MECANICA QUANTICA. FISICA ATOMICA I NUCLEAR

Física nuclear

186) El radi d'un nucli de número màssic A és $r=1,3 \times 10^{-15} A^{1/3}$ m. Quin és el radi d'un nucli de ^{125}Te ? a) Quina és la densitat del nucli? (1 u.m.a. = $1,6 \times 10^{-27}$ kg)

187) En una estrella de neutrons, tota la matèria està condensada a la densitat del nucli, és a dir, la densitat de la matèria d'una estrella de neutrons és $1,8 \times 10^{17}$ kgm $^{-3}$. Quin seria el radi d'una estrella de neutrons que tingués la mateixa massa que el sol? (Massa del sol $1,99 \times 10^{30}$ kg)

188) a) Quantes desintegracions per segon hi ha en 1 mol de ^{32}P ?
b) Un curie és una quantitat de material radiactiu que produeix $3,7 \times 10^{10}$ desintegracions per segon. Quants curies hi ha en un gram de ^{32}P (període de semidesintegració del ^{32}P = 14,6 dies)

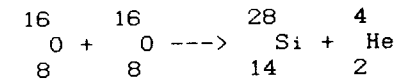
189) a) Quina és la velocitat de desintegració del ^{14}C en 1 g de carboni tret d'un arbre viu? b) La velocitat de desintegració en 16 g de carboni trets d'una fusta vella és 30 min $^{-1}$. Quina és l'edat de la mostra? (període de semidesintegració ^{14}C = 5730 anys; $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 1,3 \times 10^{-12}$)

190) Un tros de fusta corresponent a un artefacte trobat en una excavació presenta 11,6 desintegracions per minut per cada gram de carboni present. Si el període de semidesintegració del ^{14}C és de 5730 anys, calculeu quan es va construir l'artefacte ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 1,3 \times 10^{-12}$)

gram de carboni present. Si el període de semidesintegració del ^{14}C és de 5730 anys, calculeu quan es va construir l'artefacte ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 1,3 \times 10^{-12}$)

191) a) Quin nucli sofreix una desintegració alfa per a donar ^{232}U ? b) Quin nucli es produeix quan el ^{235}U experimenta una desintegració beta?

192) Calculeu l'energia alliberada en la reacció



la massa del silici és 27,97693 u.m.a., la massa de l'oxigen és 15,99491 u.m.a. i la massa de l'heli 4,00260 u.m.a. (1 u.m.a. $\times c^2 = 931,48$ Mev)

193) Quin gruix ha de tenir, aproximadament, una paret de plom per a aturar el 97% dels raigs gamma d'1 Mev que incideixen sobre ella? (Capa de semiatenuació 1 Mev = 0,89 cm)

194) Per fer una radiografia de tòrax s'utilitza un feix de raigs X de 50 keV. Quina és la raó de la dosi rebuda per la pell de l'esquena? Suposem que el torax té una amplada de 10 cm; capa de semiatenuació 0,05 Mev = 3,12 cm)

195) El ^{60}Co es desintegra emetent dos raigs gamma d'1,33 Mev d'energia. Suposant que els raigs no s'atenuen a l'aire, calculeu quin gruix de plom haurem de posar davant de la font de cobalt perquè a 1 m de distància la dosi rebuda sigui de 0,005 radh $^{-1}$. Si no hi ha cap protecció, la dosi a 1 m de distància és de 1,33 radh $^{-1}$. El gruix de semiatenuació del raig gamma del cobalt en plom és d'1 cm.

196) S'injecten a un pacient 20 mil·licuries de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ per a una exploració cerebral. L'energia dels raigs gamma emesos per aquest nucli és de 0,143 Mev. Suposant que la meitat dels

raigs gamma escapen del cos sense reaccionar, ¿quina és la dosi de radiació rebuda per un pacient de 60 kg? (Degut a la seva curta semivida, tot el Tc es desintegra mentre està en el cos; període de semidesintegració $^{99m}\text{Tc} = 6$ hores)

BIBLIOGRAFIA BASICA

A.H.CROMER, Física para las ciencias de la vida, Reverté, Barcelona, (2a edició 1982)

S.G. Mc DONNALD i D.M. BURNS, Física para las ciencias de la vida y de la salud, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1978.

J. GONZALEZ IBEAS, Introducción a la física y la biofísica, Alhambra, Madrid, 1974.

J.W.KANE i M.M.STERNHEIM, Física para las ciencias de la vida, Reverté, Barcelona, 1982

D.JOU, J.E.LLEBOT i C.PEREZ-GARCIA, Física para ciencias de la vida, McGraw-Hill, Madrid, 1986.

F.W.SEARS.M.W.ZEMANSKY i H.D.YOUNG , Física Universitaria, 6 Ed., Fondo Educativo Interamericano, México, 1986.

BIBLIOGRAFIA AVANÇADA

G.B.BENEDECK i F.M.H.VILLARS, Physics: With Illustrative Examples from Medicine and Biology I, II and III, Adison-Wesley, 1979.

L.A.BLUMENFELD, Problems of Biological Physics, Springer-Verlag, Berlin, 1981.

R.K.HOBBIE, Intermediate Physics for Medicine and Biology, John Wiley, Toronto, 1978.

H.J.METCALF, Topics in Classical biophysics, Prentice-Hall, New Jersey, 1980.

G.NICOLIS and J.PRIGOGINE, Self-Organization in Non-equilibrium Systems, John Wiley, New York, 1977.

J.TONNELAT, Biophysique I et II, Masson Editeurs, Paris, 1973.

M.V.VOLKENSHEIN, Biophysics, MIR, Moscú, 1983.

TAULA DE CONVERSIÓ D'UNITATS

Longitud

1 metre (m) = 10^2 centímetres (cm) = 39,37 polzades (inch) = 3,281 peus (ft).

1 inch = 2,54 cm

1 ft = 30,48 cm

1 kilòmetre (km) = 10^3 m = 0.6214 milles

1 milla (mi) = 5280 ft = 1,609 km

1 angstrom (Å) = 10^{-10} m = 10^{-8} cm

Superfície

1 in² = 6,4516 cm²

1 ft² = 9,29 x 10^{-2} m²

1 cm² = 10^{-4} m² = 0.155 in² = 1,070 x 10^{-3} ft²

1 m² = 10^4 cm² = 10,76 ft²

Volum

1 in³ = 16,39 cm³

1 ft³ = 2,832 x 10^{-2} m³

1 cm³ = 10^{-6} m³ = 6,102 x 10^{-2} in³ = 3,531 x 10^{-5} ft³

1 m³ = 10^6 cm³ = 35,31 ft³

1 litre (l) = 10^{-3} m³ = 0,264 galons

1 galó = 3,786 l = 231 in³

Temps

1 hora (h) = 60 minuts = 3600 segons (s)

1 dia = 24 h = 1440 minuts (min) = 8,64 x 10^4 s

1 any = 365,24 dies = 3,156 x 10^7 s

Massa

1 gram (g) = 10^{-3} kilograms (kg) = 6,852 x 10^{-5} slugs = 6,024 x 10^{23} unitats de massa atòmica (u)

1 kg = 10^3 g = 6,852 x 10^{-2} slugs

1 slug = 14,59 kg

1 u = 1,66 x 10^{-27} kg

Densitat

1 g cm⁻³ = 10³ Kg m⁻³ = 1,94 slug ft⁻³
 1 slug ft⁻³ = 0,5153 g cm⁻³ = 5,153 x 10³ kg m⁻³

Velocitat

1 cms⁻¹ = 10⁻² m s⁻¹ = 3,6 x 10⁻² km h⁻¹
 1 m s⁻¹ = 3,6 km h⁻¹ = 2,24 mi h⁻¹
 1 ft s⁻¹ = 30,48 cm s⁻¹ = 0,3048 m s⁻¹ = 1,097 km h⁻¹
 1 mi h⁻¹ = 0,447 m s⁻¹ = 1,609 km h⁻¹ = 1,467 ft s⁻¹
 1 km h⁻¹ = 0,2778 m s⁻¹ = 0,6214 mi h⁻¹

Acceleració

1 cm s⁻² = 0,03281 ft s⁻² = 0.01 m s⁻²
 1 m s⁻² = 100 cm s⁻² = 3,281 ft s⁻²
 1 ft s⁻² = 30,48 cm s⁻² = 0,3048 m s⁻²

Angles

180 graus = π radiants (rad)
 1 rad = 57,3 graus
 1 grau = 1,745 x 10⁻² rad

Velocitat angular

1 rad s⁻¹ = 0,159 revolucions (rev) s⁻¹ = 9,549 rev min⁻¹
 1 rev min⁻¹ = 0,0167 rev s⁻¹ = 0,1047 rad s⁻¹

Força

1 lliura (lb) = 4,488 newtons (N) = 4,448 x 10⁵ dines (d)
 1 N = 10⁵ d = 0,2248 lb
 1 d = 10⁻⁵ N = 2,248 x 10⁻⁶ lb

Pressió

1 atmosfera (atm) = 1,013 x 10⁵ pascals (Pa) = 14,7 lb in⁻²
 1 Pa = 1 Nm⁻² = 10d cm⁻² = 1,450 x 10⁻⁴ lb in⁻² = 7,501 x 10⁻⁴ cm Hg
 1 cm Hg = 1,333 x 10⁴ d cm⁻² = 1,316 x 10⁻² atm = 1,333 x 10³ Pa
 1 in H₂O = 1,868 mm Hg = 249,1 Pa
 1 lb in⁻² = 6,895 x 10³ Pa = 6,805 x 10⁻² atm
 1 lb ft⁻² = 47,88 Pa

1 torr = 1mm Hg = 133,3 Pa

1 bar = 10⁵ Pa

Viscositat

1 Pa.s = 10 poise (P)
 1 Pa.s m⁻³ = 0,750 x 10⁻⁸ torr s cm⁻³
 1 centipoise (cP) = 10⁻² P = 10⁴ micropoises (μP)

Energia

1 joule (J) = 10⁷ ergs (erg) = 0,2390 calories (cal) = 0,7376 ft lbf
 1 cal = 4,184 J = 10⁻³ Kilocalories (Kcal)
 1 kcal = 10³ calories
 1 J = 6,24 x 10¹⁹ electró-volts (eV)
 1 kilowatt-hora (kWh) = 3,6 x 10⁶ J
 1 ft lb = 1,356 J
 1 u = 931 x 10⁶ eV = 931 Mega electró-volts (MeV)

Potència

1 watt (W) = 10⁻³ kilowatts (kW) = 0,7376 ft lb s⁻¹ = 1,341 x 10⁻³ cavalls de vapor (Cv)
 1 Cv = 550 ft lb s⁻¹ = 7,457 x 10² w
 1 kW = 10³ W = 1,341 Cv

Camp Magnètic

1 gauss = 10⁻⁴ tesla

Prefixos

| <u>Prefix</u> | <u>Simbol</u> | <u>Valor</u> | <u>Prefix</u> | <u>Simbol</u> | <u>Valor</u> |
|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-------------------|
| tera | T | 10 ¹² | nano | n | 10 ⁻⁹ |
| giga | G | 10 ⁹ | pico | p | 10 ⁻¹² |
| mega | M | 10 ⁶ | femto | f | 10 ⁻¹⁵ |
| kilo | k | 10 ³ | atto | a | 10 ⁻¹⁸ |
| deci | d | 10 ⁻¹ | | | |
| centi | c | 10 ⁻² | | | |
| mil.li | m | 10 ⁻³ | | | |
| micro | μ | 10 ⁻⁶ | | | |

Constants físiques fonamentals

| <u>Quantitat</u> | <u>Símbol</u> | <u>Valor numèric</u> |
|--|-------------------------|---|
| Velocitat de la llum (en el buit) | c | $2,9979 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ |
| Constant gravitacional | G | $6,673 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$ |
| Nombre d'Avogadro | N_A | $6,023 \times 10^{23} \text{molècules mol}^{-1}$ |
| Constant universal dels gasos | R | $8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ |
| Constant de Boltzman | K_B | $1,380 \times 10^{-23} \text{J K}^{-1}$ $8,62 \times 10^{-5} \text{ eVK}^{-1}$ |
| Constant de Stefan | σ | $5,67 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-4}$ |
| Unitat de massa atòmica | u | $1,66 \times 10^{-27} \text{kg}$ |
| Constant de Coulomb | K | $9,00 \times 10^9 \text{Nm}^2 \text{C}^{-2}$ |
| Constant dielèctrica (buit) | $\epsilon_0 = 1/4\pi K$ | $8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$ |
| Constant de Biot-Savart | K' | 10^{-7}TmA^{-1} |
| Càrrega de l'electró | -e | $-1,60 \times 10^{-19} \text{C}$ |
| Massa de l'electró | m_e | $9,11 \times 10^{-31} \text{kg}$ |
| Càrrega del protó | e | $1,60 \times 10^{-19} \text{C}$ |
| Massa del protó | m_p | $1,673 \times 10^{-27} \text{kg}$ |
| Massa del neutró | m_n | $1,675 \times 10^{-27} \text{kg}$ |
| Constant de Planck | h | $6,63 \times 10^{-34} \text{J.s}$ $4,14 \times 10^{-15} \text{eV.s}$ |
| | $\hbar = h/2\pi$ | $1,055 \times 10^{-34} \text{J.s} = 6,58 \times 10^{-16} \text{eV.s}$ |
| Constant de Rydberg | R_H | $1,10 \times 10^7 \text{m}^{-1}$ |
| Radi de Bohr | a_0 | $5,29 \times 10^{-11} \text{m}$ |
| Magnetó de Bohr | μ_B | $9,27 \times 10^{-24} \text{JT}^{-1}$ |
| Pressió atmosfèrica normal | | 1 atm = 760 torr |
| Acceleració de la gravetat | g | $9,81 \text{ms}^{-2}$ |
| Camp Magnètic de la Terra | | $5,7 \times 10^{-5} \text{T}$ |
| Velocitat del so a l'aire sec | | 331ms^{-1} |
| Massa de la Terra | | $5,98 \times 10^{24} \text{kg}$ |
| Volum de la Terra | | $1,09 \times 10^{21} \text{m}^3$ |
| Radimitjà de la Terra | | $6,38 \times 10^6 \text{m}$ |
| Densitat mitjana de la Terra | | $5,52 \times 10^3 \text{kg m}^{-3}$ |
| Velocitat angular de rotació mitjana de la Terra | | $7,29 \times 10^5 \text{rad s}^{-1}$ |

Quantitat

| <u>Quantitat</u> | <u>Valor numèric</u> |
|---|-------------------------------------|
| Distànciamitjana, Sol-Terra | $1,50 \times 10^{11} \text{m}$ |
| Distànciamitjana, Lluna-Terra | $3,84 \times 10^8 \text{m}$ |
| Velocitat orbital mitjana de rotació de la Terra al voltant del Sol | $2,98 \times 10^4 \text{ms}^{-1}$ |
| Massa del Sol | $1,99 \times 10^{30} \text{kg}$ |
| Radi mitjà de la Lluna | $1,74 \times 10^6 \text{m}$ |
| Volum de la Lluna | $2,20 \times 10^{19} \text{m}^3$ |
| Massa de la Lluna | $7,35 \times 10^{22} \text{kg}$ |
| Densitat mitjana de la Lluna | $3,34 \times 10^3 \text{kg m}^{-3}$ |
| Acceleració de la gravetat a la Lluna | $1,62 \text{ms}^{-2}$ |