

Problemes de Física

Grau Nàutica i Transport Marítim

Facultat de Nàutica de Barcelona – UPC

Introducció	p. 2
Unitats bàsiques a Física	p. 3
Potències de 10 i prefixos	p. 4
Conversions d'unitats	p. 5
Problemes previs i de Cinemàtica	p. 9
Problemes de Mecànica	p. 12
Problemes de Fluids	p. 19
Problemes d'oscil.lacions	p. 22
Problemes d'ones	p. 25
Problemes d'efecte Doppler	p. 31
Problemes de tèrmica i Termodinàmica	p. 33
Problemes de Magnetisme	p. 36
Problemes d'òptica i llum	p. 39

A.Isalgue

2015

Introducció

Aquest recull d'informació i problemes ha estat pensat en primer lloc com un text de consulta i referència pels alumnes de Nàutica. Orígens diversos i molt vocacionals, a vegades es troben perduts respecte trobar alguna informació sobre unitats que es troben en diferents textos, per això hi ha una part sobre unitats bàsiques, ús de potències de 10 i prefixos, i conversions entre diverses unitats de diferents sistemes.

En segon lloc, ha estat pensat com una mostra d'exercicis il·lustrativa del que caldria esperar de l'alumne promig. Hi ha exercicis més senzills, per exercitar els càlculs bàsics i les relacions fonamentals, i d'altres de complexitat superior, o que requereixen una lectura acurada de l'enunciat (cosa que cal fer sempre a la vida real). Hi ha exercicis on es diu la solució, però l'autor pensa que dir la solució de tots els exercicis pot provocar un excés de confiança dels estudiants –i tant més que en molts problemes reals no és evident que hi hagi solució única, sinó més aviat, en problemes pràctics a les enginyeries, es troba que els condicionants d'acceptació social, de cost econòmic, de risc per les persones... determinen moltes vegades solucions com a compromís entre diferents factors. Cal que l'estudiant en sigui ben conscient, i a més conscient que l'estat de la tècnica evoluciona amb el temps. En tractar-se d'una assignatura bàsica, tradicionalment de primers cursos universitaris, els problemes que es presenten són els de solució clara i no massa complexa, ens limitem a això als primers cursos, proposant només alguns exercicis anecdòtics més complicats.

En tercer lloc, hi ha inclòs una sèrie d'exercicis que han aparegut en exàmens, al llarg dels anys, per intentar donar als estudiants la idea de que cal que tinguin competències en les matèries especificades als VERIFICA de la titulació, aprovats per l'ANECA. És cert que, a l'assignatura de Física, se l'hi demana, a la UPC, que tingui una competència genèrica associada, la de “Comprendre, i saber resoldre els problemes de la tecnologia nàutica” en grau 1. Això és molt més complex que el que pot abastar una col·lecció de problemes, i porta com a mínim una capacitat de comprensió i expressió, i una capacitat de relació de diferents fenòmens, que en tot cas es poden iniciar amb la lectura i resolució d'exercicis, però també acompanyat amb la resolució de qüestions teòriques.

Unitats bàsiques a Física:

Magnitud	Nom	Símbol de l'unitat
longitud	metre	m
massa	kilogram	kg
temps	segon	s
corrent elèctric	amper	A
temperatura termodinàmica	kelvin	K
quantitat de substància	mol	mol
intensitat lluminosa de font puntual	candela	cd

Unitats suplementàries:

Magnitud	nom	símbol de l'unitat	equivalència
angle pla	radiant	rad	m/m = 1
angle sòlid	estereoradiant	sr	m ² /m ² = 1

Unitats SI derivades: (amb nom especial)

Magnitud	Unitat	Símbol	Equivalència
activitat d'un radionúclid	becquerel	Bq	desintegració/s
capacitància	farad	F	coulomb/volt
càrrega elèctrica	coulomb	C	amper * s
conductància elèctrica	siemens	S	amper/volt
densitat de flux magnètic (camp magnètic)	tesla	T	volt*segon/m ²
energia, treball, calor	joule	J	kg*m ² /s ²
flux lluminós	lumen	lm	cd* sr
flux magnètic	weber	Wb	tesla*m ²
força	newton	N	kg*m/s ²
frequència	hertz	Hz	cops/segon
il.luminància	lux	lx	lumen/m ²
inductància	henry	H	volt*segon/ampère
potència, flux radiant	watt	W	joule/segon
Potencial elèctric	volt	V	joule/amper
Pressió	pascal	Pa	newton/m ²
Resistència elèctrica	ohm	Ω	volt/amper
Temperatura Celsius	grau Celsius	°C	kelvin-273.15

Potències de 10 i prefixos

La notació amb potències de 10 és clara i entenedora, però freqüentment s'utilitzen prefixos per indicar valors elevats o molt petits respecte les unitats. A la següent taula es troben resumits els noms dels prefixos i els seus símbols

factor	Prefix	símbol
10^{24}	Yotta	Y
10^{21}	Zetta	Z
10^{18}	Exa	E
10^{15}	Peta	P
10^{12}	Tera	T
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^2	Hecto	h
10	Deca	da
10^{-1}	Deci	d
10^{-2}	Centi	c
10^{-3}	Mili	m
10^{-6}	Micro	μ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Pico	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a
10^{-21}	Zepto	z
10^{-24}	Yocto	y

Conversions d'unitats

S'indiquen aquí algunes conversions d'unitats per tal de poder obtenir l'equivalència en el Sistema Internacional d'unitats a partir de valors donats en d'altres sistemes. Les conversions s'especifiquen normalment en un sol sentit; el lector haurà d'utilitzar els factors de conversió per fer el pas invers.

Majoritàriament no s'han inclòs unitats separades només per potències de 10 i els seus prefixes; així, hom pot trobar eV, però no keV ni MeV.

La conversió d'unitats derivades pot fer-se en general de forma fàcil a partir de les conversions de cada unitat bàsica per separat. En són excepcions les que s'han indicat, com ara algunes de superfície o de velocitat.

Longitud/distància:

1 milla nàutica	1852 m
1 cable (imperial)	185.2 m
1 cable (US)	219.5 m
1 polçada (inch)	2.54 cm
1 peu (foot)	0.3048 m
1 yard	0.91439 m
1 Å (Angstrom)	0.1 nm
1 milla terrestre	1609.34 m
1 radi de Bohr	0.0529 nm
1 AU (unitat astronòmica)	149 597 870.691 km
1 any llum	$9.460\,730\,472\,580\,8 \times 10^{15}$ m
1 fermi	1×10^{-15} m

Exemple de conversió: $2 \text{ yard} = 2 \text{ yard} * 0.91439 \text{ m/yard} = 1.82878 \text{ m} = 1.82878 \text{ m}/(0.3048 \text{ (m/foot)}) = 6.000 \text{ foot} = 6 \text{ foot}$

Massa

1 oz (unça)	28.35 g
1 lb (pound, lliura)	453.6 g
1 short ton	907.2 kg
1 long ton	1016 kg
1 electrò	$9.109\,381\,88 \times 10^{-31}$ kg
1 unitat massa atòmica	$1.660\,538\,73 \times 10^{-27}$ kg
1 grain (gra)	64.798 mg
1 quilat (carat)	200 mg
1 kip	453.592 kg

Velocitat

1 nus (knot)	0.5144 m/s
1 km/h	0.2777 m/s
1 velocitat llum	$2.997\,924\,58 \times 10^8$ m/s
1 velocitat so (normal a l'aire)	344 m/s

Exemple: (1 nus = 1 kn)

$30 \text{ kn} = 30 \text{ kn} * 0.5144 \text{ (m/s)/kn} = 15.432 \text{ m/s} = 15.432 / (0.2777 \text{ (m/s)/(km/h)}) = 55.57 \text{ km/h}$

Acceleració

1 g (gravetat)	9.8066 m/s^2
1 Gal (galileo)	10^{-2} m/s^2

Força

1 dina (dyn)	0.00001 N
1 kp (kg força)	9.806 N
1 lliura força (pound force)	4.44822 N
1 kip	4448.27 N
1 unça força (ounce force)	0.27801 N
1 long ton (força)	9964.08 N
1 short ton (força)	8896.53 N

Energia

1 cal	4.184 J
1 kcal	4184 J
1 Cal (médica)	4184 J
1 kCal	4.184 MJ
1 kW.h	3.6 MJ
1 HP.h	2.684 MJ
1 btu (british thermal unit)	1055 J
1 foot-pount	1.356 J
1 therm (thm)	105500 J
1 erg	0.0000001 J
1 eV	$1.602 \cdot 10^{-19}$ J
1 atmosfera-litre	101.325 J
1 barril de petroli (equivalent)	6.12 GJ
1 tona TNT (equivalent)	4.184 GJ
1 tona de carbó (equivalent)	29.3076 GJ
1 tona de petroli (TEP) equivalent	41.868 GJ

Potència

1 kcal/s	4184.00 W
1 kcal/h	1.162 W
1 Horse Power (Cavall Vapor, CV o HP)	745.7 W
1 erg/s	0.0000001 W
1 btu /hora	0.293 071 W

Pressió

1 atmosfera	101325 Pa
1 bar	100000 Pa
1 dina/cm ²	0.1 Pa
1 foot water	2986.08 Pa
1 foot Hg	40.636 66 kPa
1 polçada mercuri (Hg) (inch mercury)	3386.39 Pa
1 kg/cm ² (kp/cm ²)	98066.5 Pa
1 mm Hg (torr)	133.32 Pa
1 kip/inch ² (ksi)	6894757.29 Pa
1 mbar	100 Pa
1 polçada d'aigua	248.84000 Pa
1 lliura per peu quadrat	47.88025 Pa
1 psi (lliura per polçada quadrada)	6894.75729 Pa
1 Torr	133.3224 Pa
1 cm de mercuri (Hg)	1.333 kPa
1 cm d'aigua	98.0638 Pa
1 pound per square foot	47.880 25 Pa

Area

1 acre	4046.86 m ²
1 area	100 m ²
1 Ha	10000 m ²
1 peu quadrat (square foot)	9.2904 × 10 ⁻² m ²
1 polçada quadrada	6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 yarda quadrada	0.836127 m ²
1 milla quadrada	2.590 × 10 ⁶ m ²
1 barn	10 ⁻²⁸ m ²

Cal tenir present que es poden deduir més factors de conversió, fent servir que la superfície s'obté multiplicant dues longituds. Així, 1 km² = 10⁶ m²

Volum

1 litre (L)	0.001 m ³
1 barril (US)	119.24 L
1 peu cúbic (cubic foot)	28.316 L
1 galó (gallon) fluid (US)	3.785 L
1 Tona Registre Brut (register ton)	2.831 m ³
1 lambda (λ)	1 μL
1 fluid ounce (imperial)	28.413 mL
1 drop (metric)	0.05 mL
1 teaspoon (metric)	5 mL
1 tablespoon (metric)	15 mL
1 cup (metric)	250 mL
1 gallon (sòlid, US)	4.405 L

Cal tenir present que es poden deduir més factors de conversió, fent servir que el volum s'obté multiplicant tres longituds. Així, es pot obtenir que:

$$1 \text{ milla cúbica} = 1609.34 \text{ m} * 1609.34 \text{ m} * 1609.34 \text{ m} = 4.16818 \text{ km}^3$$

Conversió de temperatura:

T[K] =	T[°C] + 273.15
T[°F] =	T[K] × 1.8 - 459.67
T [Ra] =	1.8 × T[K]
T[°C] =	(T[°F]-32)/1.8
T[°C] =	T[K] - 273.15

Viscositat cinemàtica:

1 stokes	10 ⁻⁴ m ² /s
----------	------------------------------------

Viscositat dinàmica:

1 poise	0.1 Pa.s
---------	----------

II.luminància

1 foot-candle (1 candle= 1 lumen/sr)	10.7639 lux (1 lux = 1 lumen/m ²)
1 lumen/square foot	10.7639 lux

Quantitat de substància

1 mol	6.023 10 ²³ partícules
1 kmol	6.023 10 ²⁶ partícules

Problemes previs i de Cinemàtica

1. Convertiu les següents quantitats al SI:

- a) 400 milles nàutiques
- b) 1500 peus²
- c) 15 lliures
- d) 50 nusos
- e) 10³ dines
- f) 300 galons
- g) 32 polçades (inch)
- h) 20 kp/polçada²
- i) 100 lliures-pes/polçada² (psi)
- j) 20 kp/cm²
- k) 300°F
- l) 50 polçades³
- m) 10 peus³

2. Un cos es mou en línia recta en la direcció i sentit determinats pel vector $u = 3i - 4j$, amb velocitat constant $v = 10$ m/s.

- a) Calcula el seu vector velocitat
- b) El cos es troba inicialment a l'origen de coordenades. Determina les coordenades de la seva posició una hora després d'haver iniciat el seu moviment. Quina distància ha recorregut?

Sol: $v = 6i - 8j$ (m/s); $d = 36000$ m

3. L'equació de moviment d'un cos és $x(t) = 2t^2 + 4t - 9$ (m)

- a) Dibuixa el gràfic posició - temps. Quin tipus de corba s'obté?
- b) A quin instant de temps es troba el cos a la posició $x = 0$?
- c) De quin tipus de moviment es tracta?

d) Dedueix l'equació que dona la velocitat en funció del temps

Sol: $t = 1,34\text{s}$

4. ¿Quant temps triga un cotxe en aturar-se si la seva velocitat inicial és de 30 m/s i la seva desacceleració es de 5 m/s^2 ? Quina distància recorre el cotxe durant l'últim segon?

Sol: $t = 6\text{ s}$; $x = 2,5\text{ m}$

5. El moviment d'una partícula ve descrit per $r(t) = 2\cos(t)\mathbf{i} + 2\sin(t)\mathbf{k}$ (m)

a) Calcula la velocitat i l'acceleració en l'instant t

b) Determina la posició, la velocitat i l'acceleració per $t = 0\text{ s}$ i $t = \pi/2\text{ s}$

Solució apartat b: $r(0) = 2\mathbf{i}$ (m); $v(0) = 2\mathbf{k}$ (m/s); $a(0) = -2\mathbf{i}$ (m/s²)

$r(\pi/2) = 2\mathbf{k}$ (m); $v(\pi/2) = -2\mathbf{i}$ (m/s); $a(\pi/2) = -2\mathbf{k}$ (m/s²)

6. Una partícula descriu una trajectòria en el pla $x - y$. En un instant determinat ($t = t_0$), es troba en $r(t = t_0) = 3\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$ (m) amb velocitat $v = 2\mathbf{i}$ (m/s) i acceleració $a(t = t_0) = \mathbf{i} - \mathbf{j}$ (m/s²). Calcula per aquest instant:

a) La component tangencial de l'acceleració

b) La component normal de l'acceleració

c) El radi de curvatura

Sol: $a_t = \mathbf{i}$ (m/s²); $a_n = -\mathbf{i}$ (m/s²); $r = 4\text{ m}$

7. Una esfera de 10 g , inicialment en repòs, cau lliurement sota l'acció de la gravetat, fins arribar a una velocitat de 10 m/s . En aquest instant comença a actuar una força constant cap amunt que aconsegueix aturar l'esfera en 5 segons.

a) Quin es el valor d'aquesta força?

b) Quin es el temps total transcorregut en aquestes dues etapes?.

Sol: $0,12\text{ N}$, 6 s

8. Una bola llençada a l'aire arriba al terra a una distància de 40 m en un temps de 2,44 s.

Determinar el mòdul i la direcció de la velocitat inicial.

Sol: $v = 20,4 \text{ m/s}$; $\text{angle} = 36,2^\circ$

9. Es llença una pilota verticalment cap amunt amb una velocitat de 20 m/s des del terrat d'un edifici de 50 m d'altura. A més a més, la pilota es impulsada pel vent, produint una acceleració horitzontal de 2 m/s^2 . Calculeu:

a) La distància horitzontal entre els punts del llançament i del impacte

b) L'altura màxima.

Sol: $x = 33 \text{ m}$; $h = 70 \text{ m}$

10.- Es llença una pilota amb un angle de 45° , amb una velocitat de 20 m/s des del terrat d'un edifici de 50 m d'altura. A més a més, la pilota es impulsada pel vent suau, produint una acceleració horitzontal constant de 1 m/s^2 , en direcció perpendicular a la component horitzontal de la velocitat en el moment inicial. Calculeu:

a) La distància horitzontal entre els punts del llançament i del impacte

b) L'altura màxima.

Problemes de Mecànica

Dades: $g = 9.80 \text{ m/s}^2$; 1 nus = 1 milla nàutica/h = 1852 m/h; 1 peu = 0.32 m; 1 milla terrestre = 1650 m; radi de la Terra = 6370 km; període de rotació de la Terra = 86200 s

- 1.- Demostrar, que en un tir parabòlic sobre la horitzontal, l'angle de sortida per tal d'obtenir el màxim abast és 45°
- 2.- Un noi, que està a 5 m d'una paret vertical, llença contra ella una pilota. La pilota surt de la seva mà a 1.8 m per sobre del terra amb una velocitat inicial $v = 15 \text{ m/s}$ formant un angle amb l'horitzontal de 20° . Quant la pilota xoca amb la paret, s'inverteix la component horitzontal de la seva velocitat mentre que la vertical roman inalterada.
 - a) A quina alçada de la paret xocarà la pilota?
 - b) A quina distància de la paret xocarà la pilota amb el terra?
- 3.- Per a quin angle, l'abast d'un tir parabòlic coincideix amb la seva alçada màxima?
- 4.- Dos avions són sobre la mateixa vertical. L'alçada de l'un és 9 vegades la del altre. Si volen bombardejar el mateix objectiu i el més alt va a 800 km/h, Quina velocitat ha de tenir el més baix? (considerar que deixen anar les bombes en el mateix moment)
- 5.- S'ha fet un petit forat en una paret vertical d'un dipòsit d'aigua. El rajolí que en surt va a parar a terra a 2m de la paret. L'alçada del forat és de 1 m. Calcula el temps que triga una gota d'aigua en arribar a terra, i la velocitat de sortida.
- 6.- El corrent d'un riu es mou a 10 km/h. Una barca navega per aquest riu, en sentit contrari al corrent, amb una velocitat relativa a l'aigua de 50 km/h.
 - a) Quina és la velocitat de la barca relativa a un observador situat a terra?
- 7.- Un mariner camina cap a babord amb una velocitat relativa a la barca de 2 m/s. Si el corrent del riu es mou a 5 m/s en direcció Nord, i la barca navega en direcció Sud amb una velocitat relativa respecte l'aigua de 8 m/s,

a) Quina és la velocitat del mariner relativa a un observador situat a la vorera del riu?

8.- Un motor diesel gira a 2000 revolucions per minut. Avaluar l'acceleració centrípeta que té el passador que uneix l'extrem de la biela, a 6 cm de l'eix de rotació.

9.- Un vaixell es troba inicialment a l'equador.

a) Avaluar l'acceleració centrípeta que experimenta, en seguir la rotació de la Terra.

b) Calcular l'acceleració de Coriolis si es mou a 20 nusos (kn, knots) cap al Sud.

c) Calcular l'acceleració de Coriolis si es mou a 30 nusos cap a l'est.

d) En el cas anterior, què indicaria una balança de precisió si es mesurés el pes d'una pesa patró de 100 g.

10.- Una gota d'aigua cau a l'equador amb una velocitat constant de 1 m/s

a) En quina direcció es desviarà la gota.

b) Calcular l'acceleració de Coriolis que experimenta en descriure en seu moviment respecte a la terra.

c) Calcular la desviació respecte la vertical que experimentarà en una caiguda de 2000 m.

11.- Un vaixell es troba inicialment a 37° de latitud Sud.

a) Avaluar l'acceleració centrípeta que experimenta, en seguir la rotació de la Terra.

b) Calcular l'acceleració de Coriolis si es mou a 30 nusos cap a l'oest.

c) Si no corregeix la trajectòria, quant es desviaria (aproximadament) en 500 km de trajecte.

12.- Un vaixell navega a 26 nusos en direcció S, en un lloc a 47° de latitud Sud. Un mariner corre per coberta, del centre del vaixell cap a babord, a 4.5 m/s.

a) Calcular l'acceleració de Coriolis que experimenta el vaixell.

b) Calcular l'acceleració de Coriolis que experimenta el mariner.

13.- A la primera guerra mundial, un vaixell dispara una canonada sobre un altre vaixell que es troba a 10 milles nàutiques cap al Nord, en un lloc a 63° de latitud Sud. La bala té una component horitzontal de velocitat (la més important) de 700 m/s.

- a) Calcular l'acceleració centrípeta sobre el vaixell en repòs, per l'efecte de rotació de la Terra.
- b) Calcular l'acceleració de Coriolis, suposant que l'efecte del fregament amb l'aire és petit .
- c) Avaluar la desviació que experimentarà la bala a causa de l'efecte de Coriolis degut al moviment horitzontal.
- d) Avaluar on cal apuntar (angle en horitzontal i direcció respecte del blanc) per tal que la bala encerti.

14.- Un avió s'enlaira de l'aeroport de Barcelona a una velocitat de 350 km/h formant un angle amb la horitzontal (terra) de 40° . Si la latitud geogràfica de Barcelona és 41° N i l'avió viatja en direcció NE.

- a) Calcular l'acceleració de Coriolis.
- b) Calcular l'acceleració centrípeta.

15.- Un contenidor de 15250 kg de massa es troba sobre la coberta d'un vaixell.

- a) Si el vaixell escora 12° , quin seria el valor mínim del coeficient de fregament estàtic per evitar que llisqui?
- b) Si el vaixell escora 24° , quin seria el valor mínim del coeficient de fregament estàtic per evitar que llisqui?

16.- Un contenidor de 15000 kg de massa es troba sobre una superfície inclinada 8° . Si el coeficient de fricció estàtic i dinàmic coincideixen i valen 0.12,

- a) Quina és la força que cal fer paral·lelament a la superfície per tal que el contenidor comenci a pujar?
- b) I per tal de fer lo baixar?

17.- Una caixa de 150 kg de massa cau d'un camió que es mou a 80 km/h. Si el coeficient de fricció cinètic entre la caixa i el terra és de 0.25,

- a) Calcular quina distància recorre la caixa abans d'aturar-se.
- b) Quan tarda en aturar-se?

18.- La pilota d'un nen cau per la balconada d'un 6é pis, situa a l'alçada de 15 m sobre el carrer. En la realitat, per les condicions indicades, el fregament amb l'aire és prop de 1.8 Ns/m.

- Calcular la velocitat d'arribada a baix si no hi hagués fregament amb l'aire.
- Calcular la velocitat que assoliria la pilota en una caiguda mol llarga.
- Calcular la velocitat d'arribada a baix tenint en compte el fregament amb l'aire, si la pilota té una massa de 2 kg.

19.- Un home de 75 kg de massa es troba a la part superior d'una escala de 4.5 m de llarg, que està recolzada a una paret vertical, i a terra, a una distància horitzontal de 1.25 m. Si el coeficient de fregament amb el terra és de 0.45,

- és possible aquesta configuració d'equilibri?
- Si es troba en equilibri, calcular la força sobre la paret.

20.- Una gota d'oli de radi $r=0.15$ mm cau a l'aire. La força de fregament és pot escriure de la forma: $F_r = -bv$, on v és la velocitat de caiguda. (Dades: $b= 6.1 \cdot 10^{-8}$ Ns/m; densitat de l'oli, 850 kg/m³; viscositat de l'oli, 10^{-1} en unitats SI; viscositat de l'aire, $1.8 \cdot 10^{-5}$ en unitats SI).

- Calcular la velocitat límit de caiguda
- Avaluar el número de Reynolds.
- Calcular el temps que triga a anar a la meitat de la velocitat límit si comença a caure a partir del repòs.

21.- Una gota d'aigua de radi $r=0.21$ mm cau a l'aire. La força de fregament és pot escriure de la forma: $F_r = -bv$, on v és la velocitat de caiguda. (Dades: $b= 7.4 \cdot 10^{-8}$ Ns/m; densitat de l'aigua, 1000 kg/m³; viscositat de l'aigua, 10^{-3} en unitats SI; viscositat de l'aire, $1.8 \cdot 10^{-5}$ en unitats SI).

- Calcular la velocitat límit de caiguda
- Avaluar el número de Reynolds.
- Calcular el temps que triga a anar a la meitat de la velocitat límit si comença a caure a partir del repòs.
- Calcular l'energia que perd la gota per unitat de temps

22.- Un vaixell es mou a una velocitat de 20 nusos quan les màquines donen 3 MW. Amb l'aproximació que la força de fregament sigui proporcional a la velocitat al quadrat,

- a) calcular la velocitat si la potència s'incrementa un 50% respecte al valor inicial.
- b) Calcular la velocitat si es duplica la potència.
- c) Calcular la potència necessària per incrementar la velocitat un 50%
- d) Calcular la potència teòrica necessària per doblar la velocitat.

23.- Un camió es mou per una carretera horitzontal a una velocitat constant de 50 km/h. Si la potència augmenta de 200 CV a 300 CV,

- a) Quina velocitat aproximada tindrà el camió si la part majoritària del fregament és fregament sec?
- b) Avaluar la nova velocitat si, per causa del disseny, la part majoritària del fregament fos el fregament amb l'aire.

24.- El camió anterior, que té una massa de 20 tones, en pujar una pendent llarga, assoleix una velocitat constant de 50 km/h amb 300 CV de potència.

- a) Avaluar el valor del pendent.

25.- Un vaixell de 5000 tones navega a 20 kn amb l'ajuda de dos grups propulsors, amb una potència total de 25 MW. Un dels propulsors té una fallada i passa a no donar potència. Calcular raonadament:

- a) L'acceleració que experimentarà el vaixell en el moment de la fallada
- b) La nova velocitat (en estat estacionari)
- c) Calcular la potència necessària per anar a 30 kn

26.- Un vaixell de 2200 tones de desplaçament avança a 22 nusos quan la màquina treballa amb 20 MW de potència.

- a) Avaluar raonadament l'acceleració horitzontal si per causa d'una avaria la màquina deixa de subministrar potència en un moment donat.
- b) A quina velocitat aproximada avançarà si la màquina dóna 1.5 MW? Quin estalvi percentual de combustible de propulsió representaria per un viatge de 300 milles nàutiques, comparat amb la velocitat de 22 nusos?

c) A quina velocitat màxima es pot remolcar el vaixell amb un cable que suporta una tensió de 60000 N com a màxim?

(Problema d'examen)

27.- Un vaixell de 5000 tones de desplaçament avança a 12 nusos quan la màquina treballa amb 2 MW de potència.

a) Avaluar l'empenta (força) que subministren els propulsors.

b) A quina velocitat aproximada avançarà si la màquina dóna 1.5 MW? (considereu que la força de fregament és aproximadament proporcional a la velocitat al quadrat)

(Problema d'examen)

28.- Any 1917. Primera Guerra Mundial. Vostè es troba volant a 4000 peus d'alçada, amb el seu avió Sopwith Camel, prop del front Franco - Alemany. De cop, realitza que, a cosa de una milla terrestre per darrera seu, hi ha l'avió enemic del Baró Roig, un Fokker Albatros, que es pot reconèixer fàcilment per ser un triplà, i, més encara, pel color del que està pintat, vermell (per aquesta raó, pel color del seu avió, el Baró s'anomena Roig), i vostè està encara fora de l'abast de les metralladores. El Baró Roig (el seu nom real era Manfred von Richthofen), pilot prussià provenint de l'arma de cavalleria, va ser abatut dues vegades a la Primera Guerra Mundial. Després de la primera vegada, va demanar enèrgicament millores en els avions, per augmentar-ne la seva maniobrabilitat. La segona vegada, on sembla que el va abatre un pilot canadenc (no es diu si el narrador del problema és canadenc), l'hi va costar la vida, quan tenia 25 anys. Ell va abatre més de 80 avions enemics.

Respecte la situació, vostè sap que la velocitat de l'avió del Baró Roig és lleugerament superior a la seva (la seva és de 60 milles per hora), també sap que la capacitat de girar en pla horitzontal és una mica superior per l'avió del Baró Roig, i a més, es sabut que els dos avions només poden disparar cap endavant. Per tant, vostè no pot fugir, seria atrapat i abatut per la formidable punteria del Baró Roig amb la metralladora, i ha de plantar cara d'alguna forma.

Intenta fer la següent maniobra: Dóna gas a fons i fa un picat, baixant fortament des de la seva posició actual. Amb aquesta maniobra, la potència addicional del motor només serveix per contrarestar el fregament, i el moviment es tal que la diferència d'energia potencial s'utilitza per augmentar la velocitat. En arribar a un cert punt, inicia un "looping", una trajectòria en forma de cercle dins d'un pla vertical, de 900 peus de radi,

de forma que el punt més baix es troba 1800 peus per sota del punt inicial, esperant aparèixer a darrera del Baró Roig, que l'haurà seguit, i poder disparar-li i que ell no el pugui disparar a vostè. Com a límit, al seu avió Sopwith Camel se l'hi trencaran les ales inferiors i caurà si l'acceleració màxima total és superior a 5 cops l'acceleració de la gravetat.

Podrà vostè tenir la possibilitat d'abatre el Fokker del Baró Roig, o perdrà les ales?

(Problema d'examen)

29.- Una escala uniforme, de massa 10 kg i 6 m de llarg es recolza a una paret vertical sense fregament apreciable. El coeficient de fregament estàtic entre el terra i l'escala és 0.3.

- Calcular la distància més gran de la paret on l'escala es pot posar recolzada a la paret, sense que rellisqui.
- Trobar les forces que la paret i el terra faran sobre l'escala en equilibri, en la condició anterior.

(Problema d'examen)

30.- Un vaixell es mou en un lloc a 32° de latitud Sud, a 24 nusos cap al Nord.

- Avaluar l'acceleració de Coriolis que experimenta (indicar el resultat vectorialment).
- Comparar-la amb l'acceleració centrípeta a que està sotmès a causa de la seva situació sobre el planeta.

(Problema d'examen)

Problemes de Fluids

Dades: densitat aproximada de l'aigua, 1000 kg/m^3 ; viscositat de l'aigua, $0,001$; densitat aproximada de l'aire, $1,2 \text{ kg/m}^3$; viscositat de l'aire, $1,8\text{E-}5$ en el SI.

1.- Quina és l'alçaria d'una columna d'oli que genera la mateixa diferència de pressió que una de 10 m d'aigua? I l'alçaria del mateix oli equivalent a una columna de 200 mm de mercuri? Dades : Densitats relatives de l'oli i del mercuri, respectivament: $0,75$ i $13,6$.

2.- Hi ha una petita finestra, de 100 cm^2 , a la part més inferior d'una embarcació, 3 m sota el nivell de l'aigua. Quina força neta aproximada fa l'aigua sobre aquesta finestra? (densitat de l'aigua, 1028 kg/m^3)

3.- El dipòsit de la figura 1 conté oli de densitat 750 kg/m^3 . Determinar la lectura manomètrica al punt A,

- Si l'aire de sobre el dipòsit es troba a pressió atmosfèrica.
- Si es tanca el dipòsit i és l'extrem superior del tub de la dreta qui s'obre a l'atmosfera

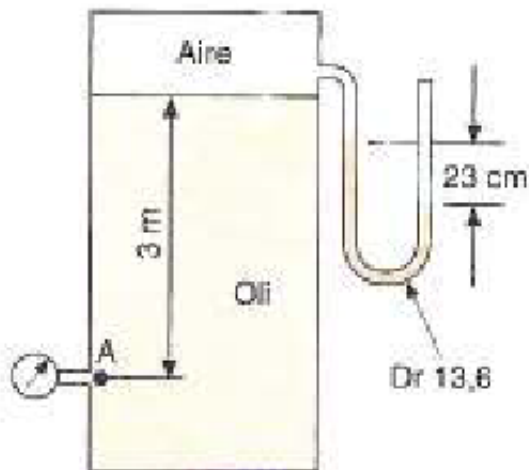


FIGURA 1

4.- En una canonada s'aprofita un colze per passar el diàmetre del tub de $d_A=0,2$ m a $d_B=0,5$ m. La pressió en la secció A és $P_A=1$ MPa.

a) Determina la diferència de pressió entre les seccions A i B si la canonada és horitzontal i per la mateixa circula un cabal d'aigua de 20 L/s (densitat aproximada de l'aigua, 1000 kg/m³).

b) Determina la diferència de pressió entre les seccions A i B si el punt B es troba 5 m per sota del punt A, i per la canonada circula un cabal d'aigua de 20 L/s.

c) Calcular la diferència de pressió pels dos casos anteriors, si l'aigua circula en direcció oposada a la anteriorment considerada.

5.- Determineu el cabal d'aigua (Cabal en una canonada és el producte la velocitat amb la seva superfície) (densitat 1000kg/m³) que desguassa la canonada de la figura 2 a la dreta, així com el valor de les pressions en els punts B i C. Supposeu que el dipòsit es troba obert i que al punt A, l'aigua es troba en repòs i a pressió atmosfèrica

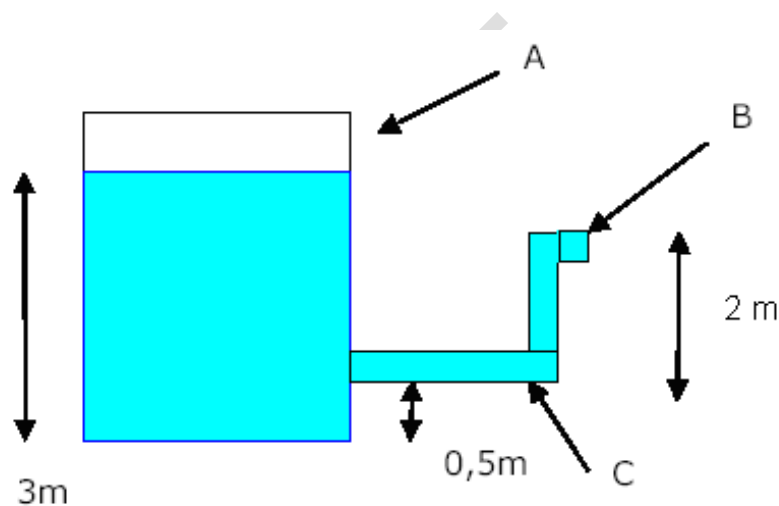


FIGURA-2

6.- Per una canonada horitzontal, de 4 cm de diàmetre, hi circula aigua a 1 m/s de velocitat mitjana. En una zona, el diàmetre passa a ser de 2 cm.

a) Calcular la velocitat i la pressió de l'aigua en aquesta zona, si la pressió original era 600 kPa.

b) Un tros més enllà, el diàmetre torna a ser de 4 cm. Calcular la nova velocitat i la nova pressió de l'aigua

7.- Per una canonada, de 4 cm de diàmetre, hi circula aigua a 1 m/s de velocitat mitjana. En una zona que es troba 2 m per sobre de la inicial, el diàmetre passa a ser de 2 cm.

a) Calcular la velocitat i la pressió de l'aigua en aquesta zona, si la pressió original era 600 kPa.

b) Un tros més enllà, 2 m per sota de la inicial, el diàmetre torna a ser de 4 cm. Calcular la nova velocitat i la nova pressió de l'aigua

8.- (Problema d'examen) Una tubería lleva agua entre dos puntos, que llamamos 1 y 2. El punto 2 está 5 m por debajo del punto 1, y en el punto 2 la sección, circular de 2 cm de diámetro, es 5 veces más pequeña que la sección de la tubería en el punto 1. Si la velocidad del agua en el punto 2 es 4 m/s, y la presión es 250000 Pa, calcular:

a) El caudal y la velocidad en el punto 1

b) La presión en el punto 1

c) El número de Reynolds en el punto 2 (40000)

Sol. a) 1.257 L/s , 0.8 m/s; b) 208680 Pa; c) 40000.

9.- En el dipòsit de la figura 1, que suposem molt ample, s'obre un forat de 2 cm² en el punt A. Calcular la velocitat de sortida de l'oli a l'atmosfera en el cas (a)

10.- En un determinat punt d'un riu, on l'aigua viatja a velocitat considerable, s'observa que, prop del centre, la superfície de l'aigua es troba per sota de la superfície de l'aigua prop de les ribes. Explicar a què pot ser degut això.

11.- Una gota d'aigua de radi $r = 0.1$ mm cau a l'aire, i la força de fregament es pot escriure de la forma: $F_r = 6 \pi \eta r v$, on v és la velocitat de caiguda.

a) Calcular la velocitat límit de caiguda

b) Avaluar el número de Reynolds, i discutir la validesa de l'aproximació feta per resoldre l'apartat a).

(Problema d'examen)

PROBLEMES D' OSCIL·LACIONS

1) Una partícula oscil·la entorn el seu punt d'equilibri a $x=0$ amb un període de 0.4 s. Troba les equacions de moviment, velocitat i acceleració si:

- a) Inicialment, la partícula està a la posició d'equilibri i es mou a 20cm/s
- b) Inicialment, la partícula està a la posició d'equilibri i es mou a -10cm/s
- c) Inicialment, la partícula està en repòs a $x=20$ cm
- d) Inicialment, la partícula està en repòs a $x=-8$ cm
- e) Inicialment, la partícula està a $x=-4$ cm i té es mou a -10cm/s
- f) Passats $t=0,2$ s, la partícula està a $x=-4$ cm i té es mou a -10cm/s

$(y(t)=0.0127\sin(5\pi t) \text{ m}; y(t)=0.0063\sin(5\pi t+\pi) \text{ m}; y(t)=0.2\sin(5\pi t+\pi/2) \text{ m};$
 $y(t)=0.08\sin(5\pi t+3\pi/2) \text{ m}; y(t)=0.0405(5\pi t+4.55) \text{ m}; y(t)=0.0405\sin(5\pi t+1.41)$
 $\text{m})$

2) Una molla de constant $k= 326$ N/m es penja d'un suport fix i s'uneix al seu extrem inferior un objecte d'un quilogram de massa, que es deixa lliure amb la molla sense deformat.

- a) A quina distància per sota del punt de partida es troba el punt d'equilibri del moviment?
- b) Quant baixa l'objecte abans de començar a pujar de nou?
- c) Quin és el període de l'oscil·lació?
- d) Quina es la velocitat de l'objecte quan passa per primer cop pel punt d'equilibri?

$(3\text{cm}; 6\text{cm}; 0.348\text{s}; 0.54\text{m/s})$

3) Un objecte de massa 2.0 kg està subjecte a la part inferior d'una molla que està lligada a terra. La longitud de la molla és de 8 cm i la posició d'equilibri de l'objecte sobre la molla està a 5 cm del terra. Quan l'objecte està en repòs a la seva posició d'equilibri, se li dóna un cop de martell que l'impulsa (instantàniament) a 200 mm/s.

- a) Quin és el període i freqüència del moviment resultant?
- b) A quina alçada sobre el nivell de terra s'eleva l'objecte?
- c) Quant temps trigarà l'objecte en arribar a l'alçada màxima per primer cop?

$(T=0.348\text{s}, f=2.87\text{Hz}; 61\text{mm}; 0.261\text{s})$

4) Una molla penja verticalment i del seu extrem sense deformat es penja un cos de massa desconeguda que es deixa caure des del repòs. Si baixa 3.47 cm abans de quedar a la posició de repòs,

Trobeu el període del moviment.

(0.35s)

- 5) Un oscil·lador té una Q de 200.
 En quin percentatge disminueix la energia en un període?
 (3.1%)
- 6) Un oscil·lador té una Q de 200.
 En quin percentatge disminueix la seva amplitud en un període?
 (1.55%)
- 7) Un oscil·lador té un període de 3 s. La seva amplitud disminueix en un 3% en cada cicle.
 a) En quant disminueix la seva energia en cada cicle?
 b) Quina és la constant de temps T?
 (5.91%; 49s)
- 8) Un contenidor, de massa 7.5 Tm, es troba penjat amb uns cables verticals. Per causa del seu pes, els cables s'han allargat 50 mm.
 a) Calcular el període de les petites oscil·lacions verticals a partir de la posició d'equilibri.
 b) A l'instant inicial, es troba en repòs, però 2 cm per sobre de la posició d'equilibri. Escriure l'equació horària del moviment, velocitat i acceleració i calcula la posició després de 2 s.
 c) Una observació acurada mostra que l'amplitud disminueix de 3% en 2 oscil·lacions. Calcular el factor de qualitat.
 d) Calcular quant temps ha de passar per tal que l'amplitud es redueixi un 4%
 e) Quina seria la freqüència de ressonància de les oscil·lacions verticals del contenidor prop de la posició d'equilibri?
 (0.449s; $y(t) = 0.02 \sin(14t + \pi/2)$; 2.73mm; 206; 1.2s; 2.22 Hz)
- 9) Una boia cilíndrica, en posició tal que la superfície circular superior és horitzontal, de massa 1000 kg, s'enfonsa 5 cm a l'aigua si es carrega amb 100 kg més. El moviment vertical de la boia es fa amb un cert fregament, relativament petit, amb l'aigua, de forma que l'amplitud d'oscil·lació vertical disminueixi fins el 60% del valor inicial en 3 oscil·lacions.
 a) Si la boia oscil·la amb una amplitud de un cm, calcular l'energia que això suposa.
 b) Calcular el factor de qualitat, i avaluar la freqüència de ressonància de l'oscil·lació vertical de la boia.
 (Problema d'examen)
- 10) En unes especificacions, es demana que uns equips electrònics resisteixin una acceleració de 8 cops la de la gravetat. A la cambra d'assaig dels fabricants, això es simula amb una taula vibrant, que descriu un moviment aproximadament harmònic simple, de freqüència 12.5 Hz.

- a) Quina amplitud cal donar a l'oscil.lació de la taula per verificar les especificacions indicades?
- b) Si la massa que oscil.la és de 10 kg, quina és l'energia d'oscil.lació?
(Problema d'examen)

FÍSICA - ENB

PROBLEMES D' ONES.

1) Una corda de piano té 0.7 m de longitud i una massa de 5 g. Es tensa mitjançant una força de 500 N.

- a) Quina és la velocitat de les ones transversals al fil?
- b) Per a reduir la velocitat de l'ona en un factor 2 sense modificar la tensió, quina massa de filferro de coure cal enrotllar en torn del fil d'acer?

(264.6m/s; 15g)

2) Una ona harmònica amb una freqüència de 60 Hz i una amplitud de 0.02 m es propaga cap a la dreta al llarg d'una corda a una velocitat de 10 m/s.

- a) Trobeu una expressió adequada per a la funció d'ona de la mateixa.

($y(t,x)=0.02\sin(12\pi x-120\pi t)$ m)

3) La funció d'ona per a una ona harmònica en una corda és $y(x,t) = 0.001 \sin(62.8x + 314t)$, estant x i y en metres i t en segons.

- a) En quin sentit es mou l'ona i a quina velocitat?
- b) Trobeu la longitud d'ona, la freqüència i el període de la mateixa
- c) Quin és el màxim desplaçament d'un segment qualsevol de corda?

(cap a l'esquerra, 5m/s; 0.1m, 0.02s, 50Hz; 1mm)

4) Una ona harmònica sobre una corda de 0.05 kg/m de massa i sotmesa a una tensió de 80 N té una amplitud de 5 cm. Cada secció de la corda es mou amb un moviment harmònic simple a una freqüència de 10 Hz.

- a) Trobeu la potència propagada per la corda anterior.

(9.87W)

5) Dues ones que tenen la mateixa freqüència, longitud d'ona i amplitud, s'estan movent en la mateixa direcció i sentit. Si difereixen en fase $\pi/2$ i cadascuna té una amplitud de 0.05 m trobeu l'amplitud de l'ona resultant.

(0.07m)

- 6) Una corda de 3 m de llarg i fixa en els seus dos extrems està vibrant en el seu tercer harmònic. El desplaçament màxim dels segments de corda és de 4 mm. La velocitat de les ones transversals a la corda és de 50 m/s.
- Quines són la longitud d'ona i la freqüència?
 - Escriuiu la funció d'ona corresponent a aquest cas.

(2m, 25Hz; $y(x,t) = 0.004 \sin(\pi x) \cos(50\pi t)$ m)

- 7) En el cas de la funció d'ona donada al problema anterior,
- trobeu la velocitat d'un determinat segment en l'instant de temps t.
 - Quins punts té la màxima velocitat i quan val?
 - Trobeu l'acceleració d'un punt qualsevol en funció del temps.
 - Quin punt té la major acceleració i quant val?

($v(x,t) = -0.628 \sin(\pi t) \sin(50\pi t)$ m/s; $a(x,t) = -98.64 \sin(\pi t) \cos(50\pi t)$ m/s²;))

- 8) Una corda fixa per un extrem està vibrant en el seu mode fonamental. La funció d'ona és $y(x,t) = 0.02 \sin 2.36x \cos 3.7t$, estant y i x en metres i t en segons.
- Quina és la longitud d'ona?
 - Quina és la longitud de la corda?
 - Quina és la velocitat de les ones transversals a la corda?

(2.66m; 0.66m; 1.6m/s)

- 9) Una corda amb una densitat de massa 4.0×10^{-3} kg/m està sotmesa a una tensió de 360 N i està fixa en ambdós extrems. Una de les seves freqüències de ressonància és 375 Hz. La següent freqüència més alta és 450 Hz.
- Quina és la freqüència de l'harmònic fonamental?
 - Quins harmònics són els donats?
 - Quina és la longitud de la corda?

(75Hz; 5,6; 2m)

10) En una corda existeixen tres freqüències de ressonància successives de 75, 125 i 175 Hz.

- a) Com es podria saber si aquestes freqüències corresponen a la corda fixa per un extrem i no a la corda fixa per ambdós?
- b) Quina és la freqüència fonamental?
- c) Quins harmònics són aquestes freqüències de ressonància?
- d) Si la velocitat de les ones transversals a la corda és de 400 m/s, trobeu la longitud de la mateixa.

(;25Hz;3,5,7;4m)

11) En una corda existeixen tres freqüències de ressonància successives de 1310, 1834 i 2358 Hz.

- a) Quina és la freqüència fonamental?
- b) Quins harmònics són aquestes freqüències de ressonància?
- c) On estan situats els nodes si la corda vibra amb freqüència 1310 Hz? I els ventres?
- d) Si la velocitat de les ones transversals és de 400 m/s, trobar la longitud de la corda.
- e) Escriure la funció d'ona corresponent a apartat anterior.

(262Hz;5,7,9;0.3817m; $y(x,t)=2A\cos(8231t)\sin(20.56x)$)

12) Una funció d'ona transversal de freqüència 40 Hz es propaga per una corda. Dos punts separats entre sí per 5 centímetres mostren un desfasament de $\pi/6$.

- a) Quina és la longitud d'ona?
- b) Quina és la diferència de fase en un punt en dos instants separats per 5 ms?
- c) Quina és la velocitat d'ona?

(0.6m;0.4 π ;24m/s)

13) El mòdul d'elasticitat de volum de l'aigua es 2.0×10^9 N/m².

Utilitzar aquest valor per trobar la velocitat del so a l'aigua.

(1414m/s)

14) Una ona sonora a aire produeix una variació de pressió donada per $p(x,t)=0.75 \cos[\pi/2(x-340t)]$ on p està en pascals, x en metres y t en segons.

- a) quina és la amplitud de la pressió?
- b) la longitud de onda?
- c) la freqüència?
- d) la velocitat de l'ona sonora?
- e) si la densitat de l'aire és 1.28 kg/m^3 , calcular la amplitud de desplaçament.

(0.75Pa;4m;85Hz;340m/s;3.23x10⁻⁶m)

15) Demostrar que si es duplica la intensitat, el nivell d'intensitat augmenta en 3.0 dB.

16) Quina fracció de la potència acústica d'un soroll haurà d'eliminar-ne per a disminuir el seu nivell d'intensitat sonor de 90 dB a 70 dB?

(99%)

17) Dues fonts oscil·len en fase amb una freqüència de 100 Hz. En un punt situat a 5.00 m d'una d'elles i a 5.85 m de l'altra, la amplitud del so procedent de cada font per separat és A.

Quina és la diferència de fase de la ona sonora procedent de les dos fonts en aquests punts?

Quina és la amplitud de la ona resultant en aquest punt?

($\pi/2$ rad;1.41A)

18) Dos altaveus estan separats entre si per una distància de 6 m. Un observador s'asseu directament davant d'un d'ells a una distància de 8 m de manera que els dos altaveus i l'observador formen un triangle rectangle.

Troba les dos freqüències més baixes para a les quals la diferencia de trajecte es un número senar de semi - longituds d'ona.

Per que es poden oir aquestes freqüències encara que els altaveus estiguin accionats en fase por un mateix amplificador?

(85Hz,255Hz;)

19) Dos altaveus separats per una determinada distància emeten sons d'una mateixa freqüència. En un punt determinat P la intensitat deguda a cada altaveu separatament es I_0 . La distància des de P a un dels altaveus és 0.5λ major que la de P a l'altre. Quina és la intensitat de P si

- a) els dos altaveus són coherents i estan en fase?
- b) són incoherents?
- c) són coherents però tenen una diferència de fase de π rad?

(0; $2I_0$; $4I_0$)

20) Dos altaveus estan separats entre si per una distància de 7.5 m. Un observador s'asseu directament davant d'un d'ells a una distància de 10 m de manera que els dos altaveus i l'observador formen un triangle rectangle. Si la intensitat dels sons que produeixen cada altaveu és $1.5 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$,

- a) Trobar les dos freqüències més baixes per a les quals sentiria la mínima intensitat.
- b) Trobar les dos freqüències més baixes per a les quals sentiria la màxima intensitat.
- c) Quina serà la intensitat en el cas de l'apartat anterior? I el nivell d'intensitat?
- d) Si la freqüència dels altaveus és 85 Hz, troba la diferència de fase inicial per tal que l'observador senti la màxima intensitat.

(68Hz,204Hz;136Hz,272Hz; $6 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$; $3\pi/4\text{rad}$)

21) Una regla pràctica comuna per calcular la distància a la que cau un raig és començar a contar quan s'observa el llampec i detenir el rellotge quan es sent el tro. El número de segons contats es divideix entre 3 per obtenir la distància en quilòmetres.

- a) Com es justifica això?
- b) Quina és la velocitat del so en quilòmetres per segon?
- c) Quina exactitud té aquest procediment?

- d) Té importància la correcció que té en compte el temps empleat per la llum en arribar a nosaltres? (La velocitat de la llum és aproximadament 3.0×10^8 m/s).

(;0.34km/s;98%;No)

22) Dos altaveus accionats en fase emeten a 170 Hz. Un observador es troba assegut a 8 m d'un dels altaveus i a 11 m de l'altre. El nivell d'intensitat de cadascun dels altaveus quan actuen per separat és de 60 dB.

- a) Calcular el nivell d'intensitat quan els dos altaveus funcionin simultàniament.
- b) Calcular el nivell d'intensitat quan els dos altaveus funcionin simultàniament però un d'ells amb els terminals invertits de manera que els altaveus es trobin desfasats 180° .
- c) Calcular el nivell d'intensitat quan els dos funcionin simultàniament i en fase però amb una freqüència de 85 Hz.

(0; 66 dB; 63 dB)

23) En una sala de màquines hi ha un soroll de 90 dB de nivell d'intensitat quan funciona la quarta part de les màquines. Suposant que totes generen soroll per igual, calcular el nivell d'intensitat esperat si les tres quartes parts de les màquines es troben en funcionament.

24) Una corda vibra segons la següent equació: $\Psi = 0,2 \sin(50x) \cos(400t)$ (En unitats del S. I). Calculeu:

- a) Les equacions de les ones harmòniques progressives que superposades donen lloc a aquesta equació.
- b) La distància entre dos nodes consecutius.
- c) La velocitat d'oscil·lació d'un punt de la corda situat a $x = 0,01$ m quan $t = (\pi/5)$ segons.

Problemes d'efecte Doppler

1.- Un tren es mou a la velocitat de 50 m/s i la freqüència del seu xiulet és de 1000 Hz.

Calcula la longitud d'ona percebuda per un observador immòbil situat:

- a) Davant de la locomotora (0.290 m)
- b) Darrere de la locomotora. (0.390 m)

2.- Un tren es mou a la velocitat de 50 m/s i la freqüència del seu xiulet és de 500 Hz.

Calcula la freqüència del so percebut per un observador immòbil situat:

- a) Davant de la locomotora (586 Hz)
- b) Darrere de la locomotora. (436 Hz)

3.- Un tren passa per una estació sense aturar-se fent sonar el seu xiulet . Quan s'apropa a l' estació , a l'andana es percebut un so de 1100 Hz de freqüència i,quan s'allunya, aquesta freqüència és de 900 Hz. Si la velocitat del so és de 340m/s. Calcular:

- a) La velocitat del tren
- b) La freqüència del so emès

4.- Dos trens es troben circulant per vies paral·leles i amb sentits oposats, aproximadament, a la mateixa velocitat. El so emès pel xiulet d'un d'ells es percebut pel altre amb freqüències de 1210 Hz abans de creuar - se i de 990 Hz després de fer-ho:

- a) ¿ A quina velocitat circulen tots dos trens?
- b) ¿ Quina és la freqüència del so emès?

5.- Un vaixell navega a 20 nusos de velocitat, en direcció cap a un altre vaixell. Si el primer vaixell emet radar (ona electromagnètica) de 600 MHz,

- a) Si el segon vaixell està aturat, quina freqüència de radar detectarà?
- b) Quina freqüència de radar detectarà el primer vaixell de l'ona reflectida pel segon?
- c) Considerem ara que el segon vaixell es mou cap el primer, a 10 nusos. Calcular la freqüència que detectarà el segon vaixell, i la freqüència de l'ona reflectida al segon vaixell que detectarà el primer vaixell. (Nota: fer el problema amb un mínim de 8 xifres significatives als càlculs intermedis)

6.- Una cinta transportadora es mou cap a la dreta amb una velocitat de 300 m/min. Un fabricant de pastissos, capaç de treballar amb molta velocitat, col·loca pastissos sobre la cinta a un ritme de 20 per minut i són rebuts, a l'altre extrem, per una persona que menja aquests pastissos.

a) Si el fabricant de pastissos es troba parat, trobeu la separació " λ " entre pastissos i la freqüència " f " amb la que seran rebuts per la persona que menja aquests pastissos si també es troba en repòs.

b) Si el fabricant camina cap a el menjador de pastissos a 30 m/min, alhora que continua col·locant els pastissos sobre la cinta a 20 per minut. Trobeu la separació entre pastissos i la freqüència a la que seran rebuts per la persona que s'ells menja i que continua en repòs.

c) Realitzeu els mateixos càlculs si el fabricant és trobar en repòs i el "devorador de pastissos" es desplaça cap a l'altra persona a 30m/min

7.- Dos mariners(A i B) viatgen en dos vaixells que porten quan es troben en moviment, respectivament, velocitats de 20 i 15 nusos. Els xiulets de tots dos vaixells emeten un so de 600Hz.

Calculeu:

a) La freqüència de so percebut pel mariner A si el seu vaixell es troba en repòs i sense emetre cap so pel seu xiulet i el vaixell del mariner B s'apropa cap a ell amb el xiulet en funcionament.

b) La freqüència de so percebut pel mariner B si el seu vaixell es troba en moviment cap a A, però sense emetre cap so pel xiulet, i el vaixell A es troba repòs fent funcionar el seu xiulet.

c) La freqüència del so percebut pel mariner A si tots dos vaixells marxen en sentit contrari apropant-se entre si i només es fa funcionar el xiulet de B.

d) La freqüència del so percebut pel mariner A si tots dos vaixells marxen en sentit contrari allunyant-se entre si i només es fa funcionar el xiulet de B.

8.- Un vaixell es mou a 20 nusos cap el Nord, i emet una radiació electromagnètica (radar) de freqüència 2 GHz (2×10^9 Hz). Davant seu, a 10 milles nàutiques de distància, hi ha un altre vaixell, que navega cap al Sud a 10 nusos. Si el segon vaixell reflecteix la ona electromagnètica que l'hi envia el primer, calcular la freqüència de la ona que detectarà el primer.

Problemes de tèrmica i Termodinàmica

1.- La calor específica de l'alumini a pressió constant és 880 J/kg.K . Calcular la quantitat de calor que costa elevar la temperatura d'una barra d'alumini de 20 cm de llarg i 4 cm de diàmetre, a pressió constant (densitat de l'alumini, 2700 kg/m^3). Comparar amb la quantitat de calor que costa elevar la temperatura d'una massa igual d'aire (calor específica 1050 J/kg.K) i una massa igual d'aigua (calor específica, 4186 J/kg.K)

2.- Una barra d'alumini de 20 cm de llarg i 4 cm de diàmetre té les cares dels seus extrems a temperatures diferents de 10°C entre sí, en situació estacionària. Calcular el flux de calor que això representa, per unitat de temps (conductivitat tèrmica de l'alumini en el domini de temperatura implicat, 209 W/m.K)

3.- Una barra d'alumini té una longitud de 20 cm i un diàmetre de 4 cm. Es troba encaixada entre dues plaques rígides que conserven constant la distància entre elles. Si la temperatura puja 100°C , calcular l'esforç de compressió que sofrirà l'alumini (mòdul de Young de l'alumini, $7\text{E}10 \text{ Pa}$, coeficient de dilatació $2.3\text{E}-5 \text{ K}^{-1}$).

4.- Repetir els problemes 1 a 3 si en lloc d'alumini es tracta d'una peça d'acer, de densitat 7800 kg/m^3 , calor específica 460 J/kg.K , conductivitat tèrmica 45 W/m.K , mòdul de Young $2\text{E}11 \text{ Pa}$, coeficient de dilatació lineal $11\text{E}-6 \text{ K}^{-1}$.

5.- Calcular la quantitat de calor que cal donar a 10 kg de gel a 0°C per tal d'obtenir 10 kg de vapor a 100°C , fent el procés a pressió constant (valors aproximats: c_p aigua líquida, 4186 J/kg.K , calor latent de fusió del gel, 330 kJ/kg , calor latent evaporar aigua líquida, 2300 kJ/kg). Quin serà el volum ocupat pel vapor a pressió atmosfèrica (pes molecular, 18 kg/kmol , $R = 8314 \text{ J/kmol.K}$) ?

6.- Una nevera és un recinte paral·lelepípedic tetragonal de 1.6 m d'alt, 60 cm d'ample i 60 cm de fondària. L'aïllament tèrmic és de poliestirè expandit, de 3 cm de gruix (conductivitat tèrmica del poliestirè expandit, $0.03 \text{ W/m}^2\text{.K}$). Si la part interior de

l'aïllament es troba 15°C més fred que la part exterior, calcular el flux de calor que penetra per unitat de temps.

(Sol. 68.4 W)

7.- La nevera anterior, que té la superfície interior a 0°C , es troba en una situació tal que els coeficients promig de transmissió superficial de la calor és $10\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ en el interior, i $30\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a l'exterior. Avaluar la temperatura aproximada de l'aire en el interior i a l'exterior.

8.- La nevera anterior té un tancament deficient, i hi penetra 1 g d'aire per segon, que està 20°C més calent que en el interior. Avaluar l'entrada de calor per unitat de temps que això representaria.

9.- Avaluar la transferència de calor per radiació entre dues superfícies planes molt properes, de 2 m^2 , enfrontades, que es troben una a 290 K i l'altre a 300 K (considerar que les dues superfícies es porten com cos "negre", que absorbeixen tota la radiació que hi arriba). Constant de la Llei de Stefan-Boltzmann, $5.67\text{E-}8\text{ W/m}^2\cdot\text{K}^4$.

10.- Tenim una certa quantitat d'aire a 20°C , que té 5 g per kilogram d'aire sec.

a) Quina és la humitat relativa corresponent? (fer servir àbac p. 35) (35%)

b) Es pot arribar, evaporant aigua en aquest aire, des del valor inicial de 20°C , fins 10°C ? Justificar la resposta sobre l'àbac psicromètric (No).

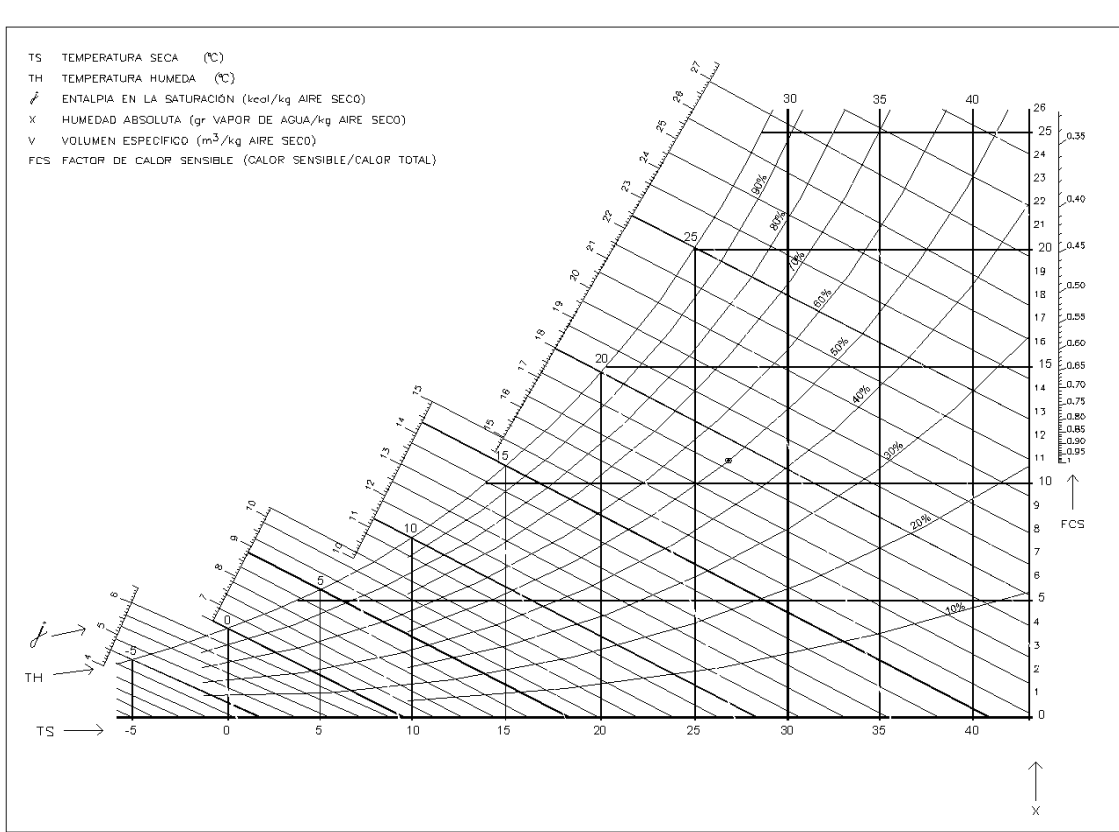
c) Si escalfem l'aire a quantitat d'aigua constant, fins 30°C , quina serà la humitat relativa? (aprox. 18%)

d) Quanta aigua hauríem d'afegir a 100 kg de l'aire inicial, a 20°C , per arribar a la saturació en un procés en condicions isotermes? (0.95 kg aproximadament)

11.- Tenim 1 m^3 d'aire a pressió atmosfèrica i 300 K de temperatura. Considerant el gas com ideal, massa molecular $28,8\text{ kg/kmol}$ ($R= 8314\text{ J/kmol}\cdot\text{K}$), amb $c_p= 1030\text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $c_v= 741\text{ J/kg}\cdot\text{K}$:

a) Es fa un procés a pressió constant fins duplicar el volum. Calcular el treball que el sistema dona a l'exterior. Calcular també la temperatura final i la quantitat de calor que s'ha donat al gas.

b) es fa un procés en dos parts, primer es duplica la pressió a volum constant, i després s'expandeix el gas en condicions isoterms, fins arribar al mateix punt final que a (a) (pressió atmosfèrica, $1.013E5$ Pa, i volum 2 m³). Calcular el treball que el sistema dona a l'exterior durant l'expansió. El treball és ara més elevat o menys que a (a)? Comparar el valor del treball amb el de l'apartat (a).



Àbac psicromètric aproximat (a 1 atm). Per a un àbac més complert, consulteu: Carrier, Manual de Aire Acondicionado.

12.- Si es suposa la temperatura constant, a quina alçària la pressió es redueix a la meitat de la pressió a nivell del mar ($1.013E5$ Pa)? Massa molecular 28.8 kg/kmol, $g=9.8$ m/s², $R=8314$ J/kmol.K, temperatura 290 K

13.- (Problema d'examen) Una ampolla conté aigua freda a 8°C , mentre que l'ambient es troba a 20°C . 20 minuts després, la temperatura de l'ampolla d'aigua arriba a 14°C , mentre que l'ambient segueix a 20°C . Avaluar, raonadament, quina és la temperatura esperada de l'ampolla mitja hora després del moment inicial.

Problemes de Magnetisme

1.-Per un fil conductor molt llarg hi passa un corrent de 200 A. Calcular el camp magnètic a 0.1 m del conductor. Indiqueu la direcció del camp magnètic.

2.-Dos conductors molt llargs, paral·lels, alimenten un motor amb 300 A (corrent continu), i es troben separats 10 cm. Calcular el camp magnètic en el punt mig entre els dos conductors.

3.-Per dos conductors molt llargs, paral·lels, hi circulen 300 A (corrent continu), en la mateixa direcció, i es troben separats 10 cm. Calcular el camp magnètic en el punt mig entre els dos conductors.

4.-Un fil conductor transporta un corrent de 100 A. Calcular la força que hi fa el camp magnètic terrestre (de uns 0.3 gauss = $3 \cdot 10^{-5}$ Tesla) sobre 5 m de llarg, si el fil és perpendicular a la direcció del camp. Calculeu també la força si el fil és paral·lel a la direcció del camp magnètic terrestre.

5.-Dos fils conductors són paral·lels, es troben a 0.1 m de distància, i hi passen 200 A pel primer, i 300 A pel segon.

a) La direcció del corrent elèctric en el primer és la mateixa que en el segon. Calculeu la força que es fa sobre 10 m dels conductors.

b) La direcció del corrent elèctric en el primer és oposada a la del segon. Calculeu la força que es fa sobre 10 m dels conductors.

6.-Un bobinat de longitud gran comparada amb el seu diàmetre té 2000 espires per metre, i són recorregudes per un corrent de 20 A. Calculeu el camp magnètic en el centre del bobinat.

7.-Un bobinat de longitud gran comparada amb el seu diàmetre té 2000 espires per metre, i són recorregudes per un corrent de 30 A. Calculeu el camp magnètic en el centre del bobinat, i el camp magnètic en un dels extrems del bobinat.

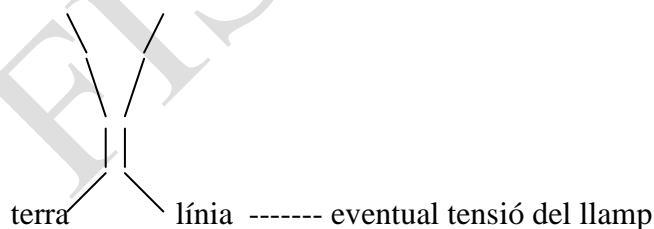
8.-Una espira circular de 0.05 m de radi té 100 voltes de fil conductor, on hi passen 1.5 A. Calcular el camp magnètic generat en el centre de l'espira.

9.-Una espira circular de 0.1 m de radi té 100 voltes de fil conductor, on hi passen 1.5 A. Calcular el camp magnètic generat sobre l'eix de l'espira, a 0.5 m de distància del centre, i comparar-lo amb el camp generat a 1 m de distància del centre, sobre l'eix.

10.-Una espira circular té 10 cm de diàmetre, i es recorreguda per un corrent de 1 A. Quin és el seu moment magnètic m?

11.-Una espira circular té 10 cm de diàmetre, i es recorreguda per un corrent de 1 A. Quin moment (parell de forces) experimentarà si es disposa en un camp magnètic horitzontal de 0.1 Tesla, amb l'eix (normal) de l'espira formant un angle de 30° amb la direcció del camp?

12.-Un parallamps de línia elèctrica (per exemple, els utilitzats en el ferrocarril) és format per un conductor connectat a la terra, i un altre connectat a la línia elèctrica (la que porta tensió elèctrica a les locomotores, en el cas del ferrocarril), segons s'indica a la figura de la pag. 37. Explicar-ne el seu funcionament.

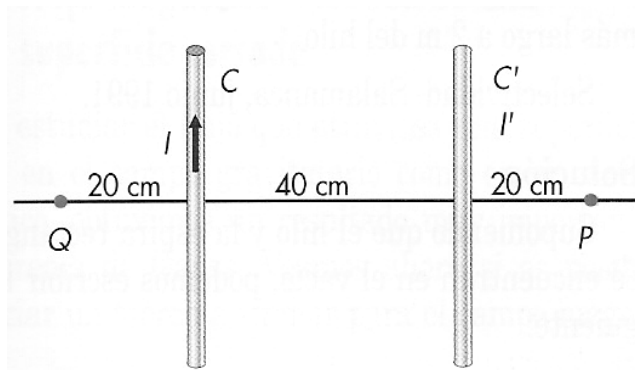


13.-Un petit imant genera a una distància de 15 cm un camp magnètic de 1 mT. Avaluar el camp magnètic a 30 cm i a 60 cm del imant.

14.- (Problema d'examen) Dos fils conductors rectilinis, paral·lels i molt llargs, C' i C , es troben separats per una distància de 40 cm. El fil C es recorregut per una intensitat $I=120$ A, en el sentit indicat a la FIGURA de la pag. 38.

a) Calcular el valor i sentit del corrent I' , que ha de circular per C' per tal que el camp magnètic B , al punt P , sigui nul.

b) Quin és el valor, direcció i sentit del camp magnètic al punt Q ?



FIGURA

Problemes d'òptica i llum

1.- Hi ha una font lluminosa 10 cm a l'esquerra d'una lent prima, de distàncies focals $f = -0.05$ m i $f' = 0.05$ m. Calcular on es formarà la imatge de la font.

2.- Hi ha una font lluminosa 10 cm a l'esquerra d'una lent prima, de distàncies focals $f = 0.05$ m i $f' = -0.05$ m. Calcular on es formarà la imatge de la font.

3.- Uns rajos de llum incideixen cap a una lent, i formarien una imatge a 10 cm a la dreta de la lent prima, de distàncies focals $f = -0.05$ m i $f' = 0.05$ m, si no hi fos la mateixa. Calcular on es formarà la imatge.

4.- Uns rajos de llum incideixen cap a una lent, i formarien una imatge a 10 cm a la dreta de la lent prima, de distàncies focals $f = 0.05$ m i $f' = -0.05$ m, si no hi fos la mateixa. Calcular on es formarà la imatge.

5.- Hi ha una font lluminosa 10 cm a l'esquerra d'una primera lent prima, de distàncies focals $f = -0.05$ m i $f' = 0.05$ m. Després, a tocar a la dreta de la primera lent, hi ha una segona lent de distàncies focals iguals a la primera. Calcular on es formarà la imatge de la font.

6.- Hi ha una font lluminosa 10 cm a l'esquerra d'una primera lent prima, de distàncies focals $f = -0.05$ m i $f' = 0.05$ m. Després, a 2 cm cap a la dreta de la primera lent, hi ha una segona lent de distàncies focals iguals a la primera. Calcular on es formarà la imatge de la font.

7.- Un far emet llum amb una intensitat de 20000 cd en certa direcció, cap a un vaixell que es troba a 2 milles nàutiques, i la llum incideix directament en direcció normal sobre el costat del vaixell. Calcular la il.luminància que rep el costat del vaixell per efecte directe del far.

8.- Un far emet llum amb una intensitat de 20000 cd en certa direcció, cap a un vaixell que es troba a 2 milles nàutiques, i la llum incideix directament en direcció a 30° de la normal sobre el costat del vaixell. Calcular la il.luminància que rep el costat del vaixell per efecte directe del far.

9.- Una font de llum de 10000 cd es troba a 200 m d'una petita superfície plana, la normal de la superfície forma amb la visual cap a la font un angle de 30° . Calcular la il.luminància produïda directament per la font sobre la superfície.

10.- Una font de llum de 10000 cd es troba a 200 m d'una petita superfície plana, la normal de la superfície forma amb la visual cap a la font un angle de 60° . Calcular la il.luminància produïda directament per la font sobre la superfície.

11.- Es vol obtenir una il.luminància de 1000 lux sobre una taula, per a un treball delicat, amb un focus puntual (font de llum) a 70 cm per sobre. Calcular la intensitat necessària de la font de llum.

12.- Una làmpada, font aproximadament puntual de 1000 cd, es troba sobre una taula circular de radi $r=0,6$ m. Calcular a quina distància cal posar la làmpada, sobre el centre de la taula, per tal que la il.luminància just a l'extrem de la taula sigui màxima, i calcular-ne el seu valor.