

Unitat 5 Satèl·lits a l'espai

2. La Terra presenta una curvatura que fa que la seva superfície baixi 5 m per cada 8 km de tangent a la superfície. Amb aquestes dades, quina ha de ser la velocitat d'un projectil per a què giri al voltant de la Terra?

$$8000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

3. Completeu la Taula 1

Objecte que gira	Període	Freqüència
Electró en un accelerador circular	10^{-6} s	10^6 Hz
Ultracentrifugadora	$3,3\cdot 10^{-4} \text{ s}$	3000 Hz
Rotació de la Terra	24 h	$1,2\cdot 10^{-5} \text{ Hz}$
Lluna al voltant de la Terra	27 dies	$4,3\cdot 10^{-7} \text{ Hz}$
Terra al voltant del Sol	365 dies	$3,1\cdot 10^{-8} \text{ Hz}$

Taula 1 corresponent a la Qüestió 3

4. Un satèl·lit circumpolar de l'ESA (Agència Espacial Europea) està en òrbita a 400 km d'alçada sobre la superfície terrestre i dona una volta a la Terra cada 100 minuts (radi de la Terra 6.400 km). Calculeu:

- a) quina és la seva velocitat angular?
 b) quants radiants ha girat en mitja hora?
 c) quina distància ha recorregut en un mes (30 dies)?

$$\pi/3000 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$3 \pi/5 \text{ rad}$$

$$1,8\cdot 10^7 \text{ km}$$

5. Calculeu la velocitat lineal d'un satèl·lit que dona una volta a la Terra cada 98 minuts a una altura de 500 km sobre la superfície terrestre. (El radi de la Terra és de $6,4\cdot 10^6 \text{ m}$). Quina és la seva freqüència de gir?

$$7.373 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$1,7\cdot 10^{-4} \text{ Hz}$$

6. Calculeu el mòdul de la velocitat de la Lluna si el seu període és de 27,3 dies i la distància que la separa de la Terra és de $3,8\cdot 10^8 \text{ m}$. Quina és el mòdul de la seva velocitat angular?

$$1.012,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$2,7\cdot 10^{-6} \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

7. Un disc CD amb música gira a 300 rpm.

- Quantes voltes fa cada segon?
- Quina és la seva velocitat angular en el sistema internacional?
- La informació en el CD està gravada en una pista de 5,38 km que té forma d'espiral. Si la duració del CD és de 45 minuts, quantes voltes ha donat el CD?

5 voltes

$10\pi \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

13.500 voltes

8. Una de les turbines d'una planta generadora d'electricitat gira a 3.000 rpm. Si la pala de la turbina té una longitud de 1,5 m, quina és la velocitat lineal de l'extrem d'aquesta pala?

$471,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

9. El Meteosat-8 es troba a una altura de 36.000 km, en una òrbita geostacionària i té una massa total de 1.200 kg. Calculeu l'acceleració i la força centrípeta que actuen sobre el satèl·lit. *Dada:* Radi de la Terra 6.400 km.

$0,22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

264 N

10. Fixeu-vos en la Figura 8 on hi ha un satèl·lit girant al voltant de la Terra.

Què proporciona la força que actua sobre el satèl·lit i com s'anomena?

- Dibuixeu la parella acció-reacció de la força que actua sobre el satèl·lit.
- Dibuixeu amb un color diferent el vector que representa la velocitat del satèl·lit.
- Quin angle formen el vector força i el vector velocitat del satèl·lit?
- La força d'atracció gravitatòria fa variar la velocitat del satèl·lit?

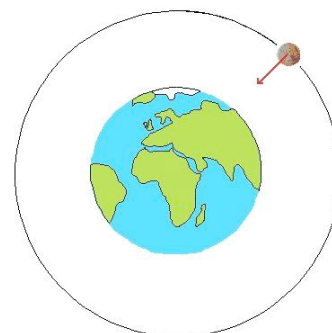


Figura 8 Força sobre un satèl·lit que gira al voltant de la Terra

a) La Terra, pes o força gravitatòria.

b) Cal dibuixar la força que el satèl·lit fa sobre la Terra.

c) Vector tangent a la trajectòria i amb el sentit del moviment.

d) 90°

e) Perquè el moviment circular uniforme es caracteritza per tenir el mòdul de la velocitat constant.

11. La gran sínia de Londres (London Eye) té un diàmetre de 135 metres i quan gira ho fa lentament, donant una volta cada 35 minuts. Calculeu:

a) l'acceleració centrípeta dels passatgers.

b) l'angle i les voltes que girarà durant les 10 hores que està oberta al públic

$6,04\cdot 10^{-4} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

108 rad; 17,14 voltes

12. Calculeu la tensió de la corda i la força de fricció entre l'objecte i la superfície en cada una de les situacions de l'Activitat 3. La massa de l'objecte és de 0,5 kg, preneu per a cada cas:

- a) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- b) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos $3 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.
- c) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos 45 rpm.
- d) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; angle 30° .
- e) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- f) longitud de la corda $l = 0,5$ m; velocitat del cos $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- g) distància a l'eix de gir $d = 0,5$ m; velocitat de la plataforma $2,8 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.
- h) distància a l'eix de gir $d = 0,5$ m; velocitat angular del cos $7 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$.
5,5 N; 2,2 N; 5,6 N; 5,0 N; 0,6 N; 4,1 N; 2,0 N; 4,9 N

13. Una persona de 60 kg es troba enfilada damunt d'una balança que es troba a l'interior d'un ascensor. Determineu quina serà la lectura de la balança si:

- a) L'ascensor puja amb una acceleració de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- b) L'ascensor baixa amb una acceleració de $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- c) El cable de l'ascensor es trenca.
708 N; 408 N; 0 N

14. Dos recipients tancats i idèntics estan plens un de plom i l'altre de plomes. Com podríeu saber quin dels dos té més massa si tant vosaltres com els recipients es troben surant per l'espai en condicions d'ingravedesa?

El què té més massa tindrà una inèrcia més gran i per tant costarà més posar-lo en moviment.

15. Un dia sentiú a dir que els satèl·lits resten en òrbita en lloc de caure perquè estan més enllà de la gravetat de la Terra. Donaríeu com a vàlida aquesta explicació?

Aquesta afirmació es falsa. Si resten en òrbita no és perquè no notin la gravetat sino per què tenen una velocitat prou alta de manera que el ritme de caiguda que experimenten coincideix amb la curvatura de la Terra, de manera que mantenen la distància a la superfície constant.

16. El full de característiques d'una cel·la fotovoltaica indica que la seva intensitat màxima és de 400 mA .

- a) En condicions d'intensitat màxima, calculeu la càrrega elèctrica que circula pel circuit extern en un minut de funcionament.
- b) Quan la cel·la està menys il·luminada, la intensitat disminueix. Quant de temps cal perquè circuli la mateixa càrrega que en el cas anterior, si la intensitat és només de 120 mA?
- c) On van a parar les càrregues que han sortit de la cel·la fotovoltaica?
24 C
200 s
Al circuit extern

17. Es mesura amb un amperímetre la intensitat de corrent en un punt d'un cable conductor, i s'obté un valor de 0,2 A. Calculeu:
 La quantitat de càrrega que travessarà una secció transversal d'aquest cable en 15 minuts.
 El nombre d'electrons que hauran travessat aquesta secció i el sentit en què es mouran.
 DADES: $q(\text{electró}) = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 180C
 1,13 · 10²¹

18. Una llanterna té una pila de *fem* $\varepsilon = 1,5 \text{ V}$. En connectar-la subministra al circuit un corrent de 0,5 A.
 Quina quantitat de càrrega passa per una secció transversal del conductor durant un interval de temps de $\Delta t = 2,0 \text{ s}$?
 Quina quantitat d'energia ha subministrat la pila per a fer circular la càrrega de l'aparat (a)?
 1,0 C
 1,5 J

19. Quina és la resistència del conductor de la Figura 13?
 2 Ω

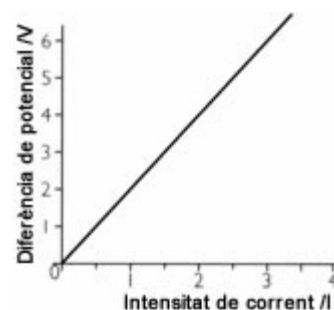


Figura 13 Gràfic voltatge – Intensitat d'un conductor òhmic

20. Com podeu comparar la resistència de dos conductors òhmics només mirant els seus gràfics V-I, representats en els mateixos eixos de coordenades, sense fer càlculs?

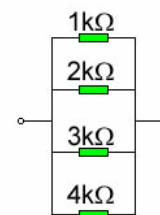
més pendent >>>> més resistència.

21. Quins dels gràfics de la Figura 14 mostren un comportament òhmic? Descriviu, per a tots els casos, què passa amb la resistència quan la intensitat creix.

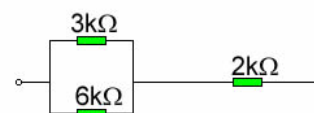
la b i la c

22. Calculeu la resistència equivalent de cadascuna de les associacions que es mostren en la Figura 16.

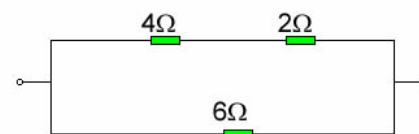
0,48 k Ω ; 4 k Ω ; 3 Ω



(a)



(b)



(c)

Figura 16 Combinacions de resistències per a les Qüestions 22 i 23

23. Calculeu les intensitats i les diferències de potencial de cada resistència en cada una de les associacions de la Figura 16 si s'aplica a la combinació (a) una *ddp* de 18 V, a la (b) una *ddp* de 20 V i a la (c) una *ddp* de 9 V.

18 mA; 9 mA; 6 mA; 4,5mA; V= 18 V
3,3 mA; 1,7 mA; 10 V; 5 mA; 10 V
1,5 A; 6V; 1,5 A; 3 V; 1,5 A; 9 V

24. S'utilitza una pila de 12 V de *fem* i resistència interna d' 1Ω per a fer funcionar una bombeta de 20Ω . Calculeu:

- La intensitat de corrent que circula pel circuit.
- La *ddp* entre els borns de la pila.
- Com canviaran els resultats dels apartats (a) i (b) si posem una bombeta idèntica en paral·lel?
- Com canviaran els resultats dels apartats (a) i (b) si connectem en paral·lel un fil de coure?

0,57A
11,4 V
1,09 A; 10,9 V
12 A; 0 V

25. Per a calcular la *fem* i la resistència d'una pila es connecta una resistència variable i es mesura la *ddp* entre els seus borns amb un voltímetre i la intensitat amb un amperímetre. Quan la tensió entre els seus borns és de 4 V l'amperímetre marca 1 A; i quan és de 2 V, l'amperímetre marca 2A.

- Trobeu els valors d' ε i de r .
- Trobeu la intensitat màxima que pot generar aquesta pila (intensitat en curtcircuit) i la tensió entre els seus borns en aquesta situació.

2Ω ; 6 V
3 A; 0 V

26. Una planxa porta la inscripció 220 V, 2000 W. Quina és la intensitat de corrent que circula per la planxa si es connecta a la xarxa de 220 V. Quina és la resistència de la planxa?

9,09A; $24,2\Omega$

27. Una placa està formada per 40 cel·les fotovoltaïques en sèrie, cada una d'elles amb una fem $\epsilon=0,45$ V. La placa es connecta a una resistència i el circuit es tanca durant el temps suficient per a què circulin 100 C.

- Quanta energia ha proporcionat cada una de les cel·les fotovoltaïques?
- Calculeu la fem total de la placa solar.
- Quanta energia ha subministrat tota la placa?
- On ha anat a parar aquesta energia?

45J

18V

1.800 J

Ha anat al resistor

28. Les bombetes de 60 W són bastant comunes en la il·luminació de les llars.

- Quina és la resistència d'una bombeta de 60 W de potència en connectar-la als 220 V de la xarxa elèctrica?
- Quina intensitat de corrent circula per la bombeta?
- Si la bombeta funciona diàriament durant 30 dies, 6 hores al dia, quin és el consum de la bombeta si el kWh val 0,108 €? Recordeu que el kWh és una unitat d'energia.

806,7 Ω

0,27A

1,17€

29. Calculeu la potència de sortida i el rendiment del circuit de la figura 20 on $\epsilon= 3.0$ V, $r= 5 \Omega$ i $R= 1\Omega$. Raoneu per què en aquest muntatge la font d'alimentació no s'utilitza d'una manera encertada.

0,25W; 17%

La major part de la potència és absorbida per la mateixa font d'alimentació. Una resistència major donaria un major rendiment.

30. La Figura 21 mostra com el rendiment de panells solars de materials diferents depèn de la temperatura.

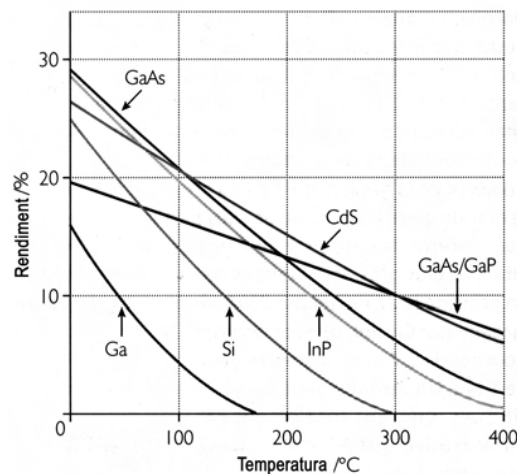
- Quin material presenta el màxim rendiment per a cadascuna de les següents temperatures: 0 °C, 200 °C i 400 °C?
- Quin/s material/s no són adequats per a fabricar panells solars que han de treballar a temperatures de fins a 30 °C?
- Com varia el rendiment d'una placa de sulfur de cadmi (CdS) quan la temperatura passa de 0 °C a 400 °C?

a) a 0°C el GaAs, a 200°C el CdS i a 400°C el GaAs/GaP

b) A 30°C , el Ga i el GaAs/GaP mostren rendiments per sota del 20%

A 300°C el Gal·li i el silici tenen rendiments gairebé nuls.

c) Disminueix del 28% al 7% (aprox). El rendiment disminueix aproximadament el 70%.



CdS	Sulfur de cadmi	InP	Fosfur d'indi
Ga	Gal·li	Si	Silici
GaAs	Arseniur de gal·li		
GaAs/GaP	Arseniur de gal·li / Fosfur de gal·li		

Figura 21 Efecte de la temperatura en el rendiment de panells solars de diferents materials (Font Advanced Physics Salters Horners)

31. Sabem que una resistència produeix una *ddp* entre els seus extrems. Un circuit molt utilitzat per a aconseguir diferents valors de la *ddp* que produeix una pila entre els seus borns consisteix en connectar dos resistors en sèrie amb la pila tal com mostra la Figura 22. La *ddp* entre A i B queda “dividida” en una caiguda de potencial en R_1 i una altra caiguda en R_2 . S’anomena “Tensió d’entrada” a la *ddp* entre A i B i “tensió de sortida” a la *ddp* entre C i B. Trobeu el valor de la tensió de sortida ($\varepsilon = 16 \text{ V}$, $R_1 = 330 \Omega$ i $R_2 = 3300 \Omega$).

14,5 V

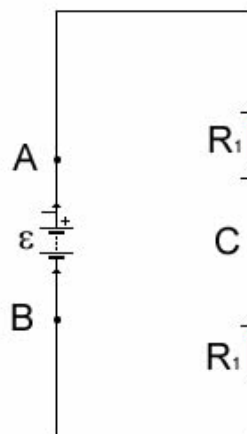


Figura 22 Esquema del divisor de tensió de la Qüestió 31

32. Les bateries d’automòbil proporcionen energia elèctrica per a engegar el motor. La càrrega d’una bateria s’expressa en amper·hora, Ah, és a dir, la intensitat de corrent en amperes que pot subministrar la bateria en una hora. Si la inscripció d’una bateria indica 12 V i 60A·h, quina càrrega acumula la bateria? De quina quantitat d’energia disposa?

216000 C; $2,59 \cdot 10^6 \text{ J}$

33. Cadascuna de les cel·les d’una bateria de cotxe té una *fem* de 2,0 V i una resistència interna, dependent del seu estat de càrrega i de la temperatura, d’aproximadament $0,005 \Omega$.

a) Si la bateria està formada per sis cel·les en sèrie, quina és la resistència interna total? I la seva *fem*?

b) Aquesta bateria es connecta a una resistència de càrrega de $2,97 \Omega$. Quina és la resistència total del circuit, el corrent que circula pel circuit i la diferència de potencial entre els terminals de la bateria?

c) En engegar el cotxe es produeix un corrent de 200 A. Si els llums del cotxe estan encesos en engegar el cotxe s’observa que fan pampallugues. Expliqueu per què.

$0,03 \Omega$; 12,0 V

$3,00 \Omega$; 4 A; 11,88 V

El corrent de 200A reduirà el voltatge a la sortida de la bateria en $200A \cdot 0,03 \Omega = 6V$, consegüentment els fars, connectats a una *ddp* molt més petita disposaran d’una potència molt menor (i faran pampallugues).

34. Els vehicles elèctrics van ser utilitzats per primera vegada en el segle XIX. En tombar el segle prop del 40% dels vehicles amb motor (tramvies, trens, etc.) eren propulsats per motors elèctrics, un percentatge més alt que el dels propulsats per petroli. En els últims anys hi ha hagut un renovat interès pels vehicles alimentats totalment per bateries.

a) El *Elcat Cityvan 2000*, una minifurgoneta desenvolupada a Finlàndia, disposa d'un conjunt de sis bateries de plom de 12,0 V de fem cada una, que connectades proporcionen 72,0 V. Dibuixeu un esquema que mostri com s'han de connectar aquestes bateries.

b) El *Elcat Cityvan 2000* és propulsat per un motor de corrent continu que, amb la màxima càrrega, rep un corrent de 300 A de les bateries. Tenint en compte que cada bateria té una resistència interna de 0,0065 Ω calculeu el voltatge (diferència de potencial en els terminals) del conjunt de les sis bateries. Calculeu la potència transferida a través de la resistència interna de cada bateria quan circula un corrent de 300 A pel circuit. Quin efecte té la potència transferida en la resistència interna de les bateries (en el voltatge que proporcionen)?

c) El conjunt de bateries que s'acaben de descriure no fan màxima la potència transferida. Explica per què a la pràctica seria poc intel·ligent dissenyar el circuit de la furgoneta per a fer màxima la potència transferida.

a) Han de dibuixar-se en sèrie.

(b) 60,3V, 585 W. L'efecte en les bateries és que s'escalfen. La ddp a la sortida és menor.

(c) La màxima potència transferida es trobaria quan $r = R$, però això faria que la meitat de la potència de la furgoneta es perdés escalfant les bateries!

35. La resistència del cos d'una persona va des d'uns 100 Ω si la pell està molla fins a uns 500000 Ω si la pell està molt seca. En condicions habituals, la resistència del cos és d'uns 100000 Ω . Quin seria l'efecte que notàrieu si toqueu els borns d'una bateria de 12 V? I si tinguéssiu el cos moll, quin seria ara l'efecte?

Corrent en ampers	Efectes
0,001	es pot sentir
0,005	Dolor
0,010	Espasmes musculars
0,015	Pèrdua del control muscular
0,070	Passa pel cor; possiblement fatal si dura més d'1s

Taula 3 Efectes de diferents quantitats d'intensitat sobre el cos

36. Es vol utilitzar una bateria de cotxe (12 V de *fem* i resistència interna pràcticament nul·la) per escalfar 2 l d'aigua de 5 a 40°C. Per a això es pot utilitzar una resistència d'immersió de 100 Ω o una altra de 5 Ω . Recordant el que heu estudiat en aquesta unitat i en la unitat de transports,

a) si voleu que la resistència “consumeixi” la major potència possible, quina resistència escolliríeu? [la petita]

b) quant de temps tardarà la resistència escollida a escalfar l'aigua?

2h 49 min; 20 s