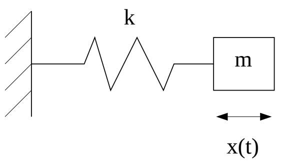
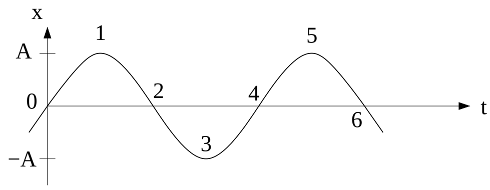
1) Panama gikk offisielt over fra US gallons til liter den 30. april i 2013. Bensinprisen var da ca 4 US dollar pr US gallon. Hvor mange desiliter bensin fikk du omtrent for 1 krone i Panama den 30. april i 2013, når 1 krone er ca 0.164 US dollar og 1 liter er ca 0.264 US gallons?

A) 1.6 B) 3.4 C) 6.4 D) 9.1




En kloss med masse $m$ er festet til ei ideell fjær med fjærkonstant $k$, som vist i figuren over. Klossen utfører harmoniske svingninger horisontalt, og $x(t)$ angir klossens utsving fra likevekt ved tidspunktet $t$. Maksimalt utsving fra likevekt er $A$. Oppgavene 2 – 8 er knyttet til dette systemet.

2) Hva er klossens posisjon $x(0)$ og hastighet $v(0)$ ved tidspunktet $t = 0$ (merket med 0 i figuren over)?

A) $x(0) < 0$, $v(0) = 0$ B) $x(0) > 0$, $v(0) = 0$ C) $x(0) = 0$, $v(0) < 0$ D) $x(0) = 0$, $v(0) > 0$

3) Når er absoluttverdien av klossens akselerasjon maksimal?

A) Ved 0, 2, 4 og 6. B) Ved 2 og 4. C) Ved 1, 3 og 5. D) Ved 3.

4) Når er absoluttverdien av klossens hastighet maksimal?

A) Ved 0, 2, 4 og 6. B) Ved 2 og 4. C) Ved 1, 3 og 5. D) Ved 3.

5) Hva er svingesystemets periode $T$?

A) $2\pi\sqrt{k/m}$ B) $2\pi\sqrt{m/k}$ C) $k/m$ D) $m/k$

6) Hva er svingesystemets totale mekaniske energi?

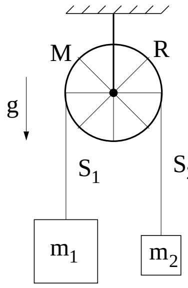
A) $kA^2/2$ B) $kA^2$ C) $2kA^2$ D) $4kA^2$

7) Hvordan påvirkes svingesystemets periode $T$ dersom den svingende klossen utsettes for en svak luftmotstand $f = -bv$, proporsjonal med klossens hastighet $v$?

A) $T$ forblir uendret. B) $T$ blir mindre. C) $T$ blir større. D) Umulig å si.

8) Hvordan påvirkes svingesystemets periode $T$ dersom den svingende klossen utsettes for en svak konstant friksjonskraft $f = -\mu mg$, proporsjonal med klossens tyngde $mg$?

A) $T$ forblir uendret. B) $T$ blir mindre. C) $T$ blir større. D) Umulig å si.




To lodd med masser $m_1$ og $m_2 < m_1$ er forbundet med ei tilnærmet masseløs snor som er lagt over et hjul med masse $M$ og radius $R$. Eikene er tilnærmet masseløse, slik at hjulets treghetsmoment om akslingen er $I_0 = MR^2$. Hjulet er festet i taket og kan rotere friksjonsfritt om akslingen som går gjennom hjulets massesenter. I oppgave 9 antar vi at hjulet har neglisjerbar masse. I oppgave 9 og 10 antar vi at det er tilstrekkelig friksjon mellom snor og hjul til at snora ikke glir på hjulet. I oppgave 11 antar vi null friksjon mellom snor og hjul. Tyngdens akselerasjon er $g$.

9) Hva kan du si om snordragene $S_1$ og $S_2$ dersom hjulets masse kan neglisjeres, dvs $M = 0$?

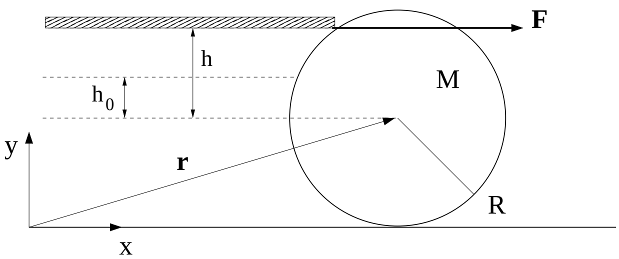
A) $S_1 = S_2$ B) $S_1 > S_2$ C) $S_1 < S_2$
D) Intet kan sies om $S_1$ i forhold til $S_2$ så lenge snora ikke glir på hjulet.

10) Ved å måle loddenes hastighet $(\pm)v$ kan du umiddelbart slå fast at hjulet har kinetisk energi

A) $Mv^2$ B) $Mv^2/2$ C) $Mv^2/4$ D) $Mv^2/8$

11) Anta nå null friksjon mellom snor og hjul, og la $\beta < 1$ betegne forholdet mellom de to loddenes masser, dvs $\beta = m_2/m_1$. Ved å måle loddenes akselerasjon $a$ måler du samtidig tyngdens akselerasjon $g$. Hvordan kan $g$ uttrykkes ved $a$ og $\beta$?

A) $g = a(1+\beta)/(1-\beta)$ B) $g = a(1+\beta)$ C) $g = a(1-\beta)$ D) $g = a(1-\beta)/(1+\beta)$

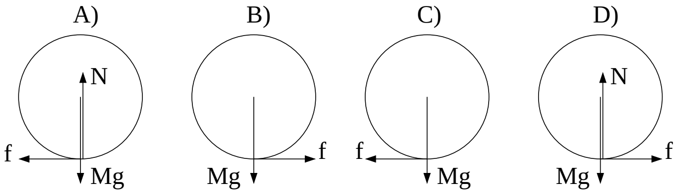



Ei snookerkule med masse $M$ og radius $R$ får et kraftig, men kortvarig støt av en horisontal kø (stav). Kulas treghetsmoment relativt en akse gjennom dens massesenter er $I_0 = 2MR^2/5$. Vi legger et koordinatsystem $xyz$ med origo på bordflata og $xy$-planet lik vertikalplanet gjennom kulas massesenter. Køen treffer kula (som ligger i ro) i $xy$-planet med en kraft $F$ i $x$-retning. Treffpunktet er i høyde $h$ over massesenteret, se figuren. Dette er høyere enn høyden $h_0 = 2R/5$ som ville ha resultert i ren rulling fra første stund. Støtet er så kraftig og så kortvarig at vi under selve støtet kan neglisjere innvirkningen av friksjonskraften $f$ fra snookerbordet. Etter støtet, derimot, kan $f$ generelt ikke neglisjeres. (Men vi ser bort fra luftmotstand.) Oppgavene 12 – 14 er knyttet til denne figuren.

12) Anta at kula har masse 167 gram, og at det virker en konstant kraft på 1000 N i støtet, som varer i 2 millisekunder. Hva blir da kulas hastighet umiddelbart etter at støtet er fullført?

A) 12 m/s B) 4.0 m/s C) 1.6 m/s D) 0.6 m/s

13) Hvilken figur viser kreftene på kula like etter at støtet er fullført?

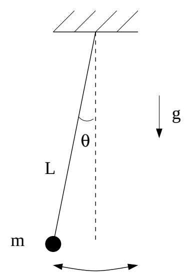



---

14) Etter at støtet er fullført, er kulas dreieimpuls relativt origo, $L = MRV + I_0\omega$, bevart. Her er $V$ og $\omega$ hhv kulas hastighet og vinkelhastighet. Like etter støtet har kula hastighet $V_0$ og vinkelhastighet $\omega_0 = 5hV_0/2R^2$. Anta at køen treffer kula i høyden $h = 4R/5$. Hva blir da kulas hastighet når ren rulling er oppnådd?

A) $7V_0/9$  B) $9V_0/7$  C) $3V_0/5$  D) $5V_0/3$

---




Figuren viser en (tilnærmet matematisk) pendel bestående av ei lita kula med masse $m$ festet til enden av ei tilnærmet masseløs stang med lengde $L$. Pendelen svinger fram og tilbake med små utsving ($|\theta| \ll 1$) fra likevekt ($\theta = 0$). Tyngdens akselerasjon er $g$. Se bort fra luftmotstand. Oppgavene 15 og 16 er knyttet til denne figuren.

---

15) Hvor mye endres pendelens svingeperiode $T$ dersom lengden $L$ øker med 1%?

A) $T$ forblir uendret.  B) $T$ øker med ca 0.5%.  C) $T$ øker med ca 1%.  D) $T$ øker med ca 2%.

---

16) Hvor mye endres pendelens svingeperiode $T$ dersom massen $m$ øker med 1%?

A) $T$ forblir uendret.  B) $T$ øker med ca 0.5%.  C) $T$ øker med ca 1%.  D) $T$ øker med ca 2%.

---

17) På vei mot sydligere breddegrader, med marsjfart ca 900 km pr time og i marsjhøyde ca 10 km over bakken, lar du tankene vandre. Ikke alle dine hypoteser er like fornuftige. Hvilket utsagn er riktig? Det oppgis at jordradien er i overkant av 6000 km.

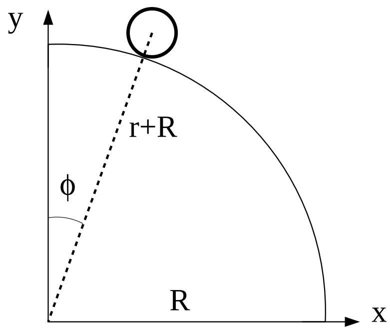
A) I denne høyden er lufta så "tynn" (dvs lav tetthet) at det ikke blir særlig mye løft på vingene. Derfor må flyets hastighet være så stor at sentripetalakselerasjonen blir praktisk talt lik tyngdens akselerasjon.

B) I denne høyden er tyngdens akselerasjon mye mindre enn på bakken, og til og med mindre enn sentripetalakselerasjonen. Et "negativt løft" på flyvingene (dvs en kraft rettet nedover) er derfor nødvendig for å holde flyet i konstant høyde over bakken.

C) I denne høyden er tyngdens akselerasjon omtrent som på bakken, og mye større enn sentripetalakselerasjonen. Et løft på flyvingene omtrent lik flyets tyngde er derfor nødvendig for å holde flyet i konstant høyde over bakken.

D) Verken A, B eller C er riktig.

---




| $i$ | $t_i$ (ms) | $x_i$ (mm) | $y_i$ (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 130 | 792 |
| 2 | 33 | 140 | 791 |
| 3 | 67 | 151 | 789 |
| 4 | 100 | 163 | 786 |
| 5 | 133 | 176 | 783 |
| 6 | 167 | 190 | 780 |
| 7 | 200 | 206 | 776 |
| 8 | 233 | 222 | 771 |
| 9 | 267 | 241 | 766 |
| 10 | 300 | 261 | 759 |

Tabellen viser posisjon $(x, y)$, målt i enheten millimeter (mm), og tid $t$, målt i enheten millisekunder (ms), for massesenteret til en hul messingsylinder (dvs et "sylinderskall") som ruller på utsiden av en kvartsirkel med radius $R$. Sylinderen har indre radius 17 mm og ytre radius $r = 19$ mm, samt masse $m = 88$ g. Oppgavene 18 − 21 er knyttet til denne figuren og tabellen.

---

18) Messingsylinderens treghetsmoment, målt i SI-enheten kg m$^2$, med hensyn på sylinderens symmetriakse gjennom dens massesenter er ca

A) $2.9 \cdot 10^5$ B) $2.9 \cdot 10^2$ C) $2.9 \cdot 10^{-2}$ D) $2.9 \cdot 10^{-5}$

---

19) Messingsylinderens treghetsmoment, målt i SI-enheten kg m$^2$, med hensyn på en akse vinkelrett på papirplanet og gjennom origo (dvs $(x, y) = (0, 0)$), er ca

A) $5.7 \cdot 10^5$ B) $5.7 \cdot 10^2$ C) $5.7 \cdot 10^{-2}$ D) $5.7 \cdot 10^{-5}$

---

20) Sylinderens hastighet ved $t = t_4 = 0.100$ s er omtrent

A) 4 mm/s B) 4 cm/s C) 0.4 m/s D) 4 m/s

---

21) Med konstant tidsintervall $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ kan sylinderens akselerasjon $a_i$ ved tidspunktet $t_i$ tilnærmes med algoritmen ("oppskriften")

A) $$a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} - 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} - 2y_i)^2}}{(\Delta t)^2}$$

B) $$a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} + 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} + 2y_i)^2}}{(\Delta t)^2}$$

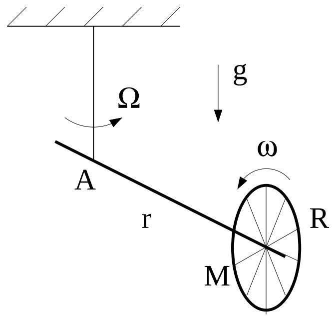
C) $$a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} - 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} - 2y_i)^2}}{\Delta t}$$

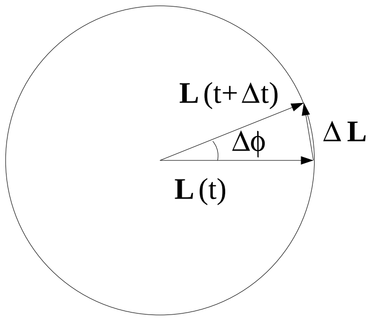
D) $$a_i = \frac{\sqrt{(x_{i+1} + x_{i-1} + 2x_i)^2 + (y_{i+1} + y_{i-1} + 2y_i)^2}}{\Delta t}$$

---

22) En personbil med masse 1500 kg kolliderer fullstendig uelastisk med en lastebil som står i ro. (Dvs, bil og lastebil henger sammen etter kollisjonen.) Lastebilen har masse 6000 kg. Hvor stor andel av den kinetiske energien går tapt i denne kollisjonen? (Dvs $(K_{\text{før}} - K_{\text{etter}})/K_{\text{før}}$.) Se bort fra friksjonskrefter fra bakken i løpet av kollisjonen.

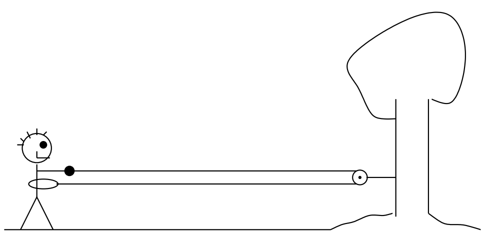
A) 80% B) 50% C) 20% D) 1%




23) Et sykkelhjul med masse $M$, radius $R$ og treghetsmoment $I_0 = MR^2$ (mhp akslingen gjennom hjulets massesenter) settes i rask rotasjon med vinkelhastighet $\omega$. Det roterende hjulet henges opp i ei snor festet til akslingen i avstand $r$ fra hjulets massesenter, som vist i figuren over til venstre. Som en følge av tyngdekraftens dreiemoment $\tau = Mgr$ relativt snoras festepunkt (A) *preseserer* hjulet (langsomt) om vertikalaksen med vinkelhastighet $\Omega$, dvs med periode $T = 2\pi/\Omega$. Hva blir perioden $T$? Tips: Benytt N2 for rotasjon ($\tau = \Delta L/\Delta t$, "spinnsatsen"), $L = I_0\omega$, samt figuren over til høyre.

A) $gr/2\pi\omega R^2$ B) $\pi g R/\omega r^2$ C) $2\pi/\omega$ D) $2\pi R^2\omega/gr$

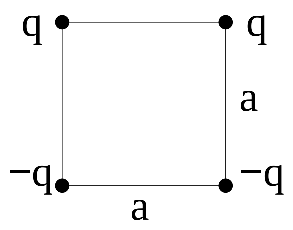


24) Du har masse $M$ og står på den glatte, friksjonsfrie isen og trekker med en kraft $F$ i det tilnærmet masseløse tauet, som går via den friksjonsfrie trinsen og tilbake til deg, der du har knyttet det fast rundt midjen. Hvor stor akselerasjon får du?

A) $F/M$ B) $2F/M$
C) $3F/M$ D) $4F/M$

25) Dersom et eple bruker tiden $T$ på å falle (med null starthastighet) fra en høyde $h$ her på jorda, hvor lang tid bruker det samme eplet på å falle fra samme høyde på en planet med masse lik 1/8 av jordmassen og radius lik halve jordradien? (Du kan anta at $h$ er mye mindre enn planetradien. Se bort fra luftmotstand og andre former for friksjon.)

A) $T/2$ B) $2T$ C) $\sqrt{2}T$ D) $T/\sqrt{2}$




26) Hva er total potensiell energi for de fire punktladningene i figuren til venstre? Nullpunkt for potensiell energi velges for uendelig avstand mellom to punktladninger. (Tips: Legg sammen bidrag fra par av punktladninger.)

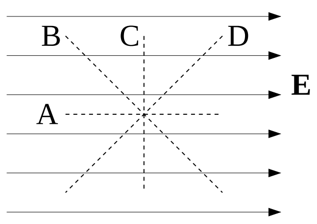
A) 0 B) $q^2/4\pi\varepsilon_0 a$ C) $-q^2/2\sqrt{2}\pi\varepsilon_0 a$ D) $-q^2/\pi\varepsilon_0 a$

---

27) Absoluttverdien av det elektriske dipolmomentet til systemet med fire punktladninger i oppgave 26 er

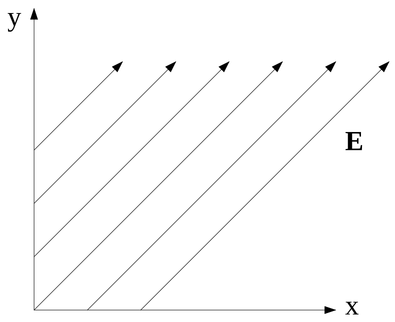
A) $4qa$ B) $2qa$ C) $qa$ D) 0

---




28) Langs hvilken stiplet linje endrer potensialet seg ikke?

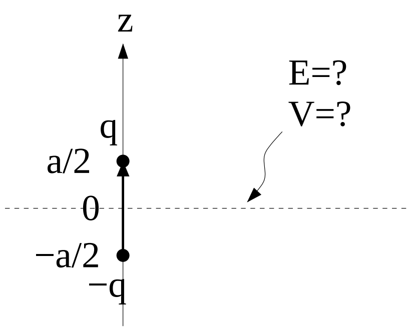
---




29) Figuren viser feltlinjer for et uniformt elektrisk felt. Hvilken funksjon kan brukes til å beskrive feltet $\boldsymbol{E}(x,y)$? (Her er $k$ en positiv konstant størrelse, med passende enhet.)

A) $\boldsymbol{E}(x,y) = k(\hat{x} + \hat{y})$
B) $\boldsymbol{E}(x,y) = k(\hat{x} - \hat{y})$
C) $\boldsymbol{E}(x,y) = k(x\hat{x} + y\hat{y})$
D) $\boldsymbol{E}(x,y) = k(y\hat{x} + x\hat{y})$

---




30) Figuren viser en elektrisk dipol med dipolmoment $\boldsymbol{p} = qa\hat{z}$. For punkter i $xy$–planet (dvs $z = 0$), i hvilken retning peker det elektriske feltet $\boldsymbol{E}$?

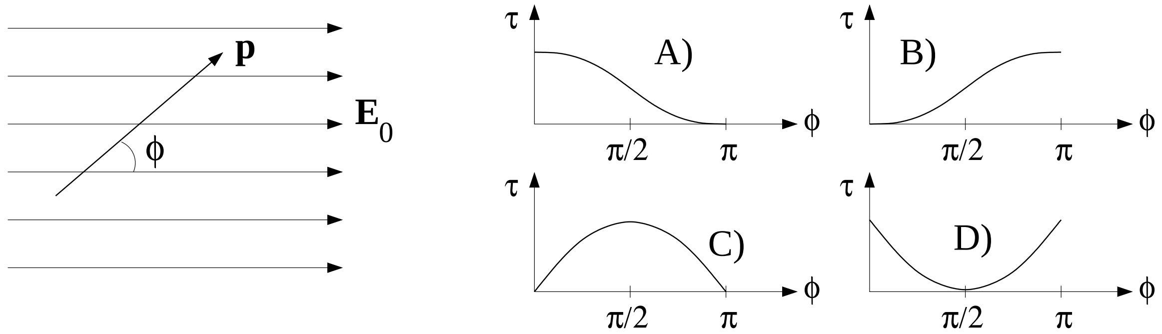
A) Inn mot origo. B) I negativ $x$-retning.
C) I negativ $y$-retning. D) I negativ $z$-retning.

---

31) For dipolen i oppgave 30, hva er potensialet $V(x,y)$ i $xy$–planet?

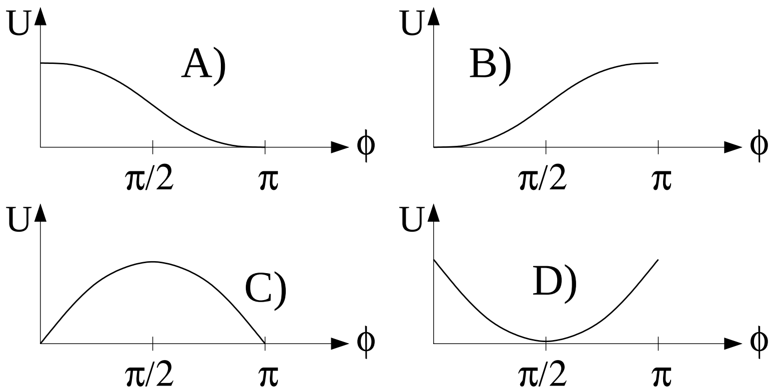
A) $V(x,y) = qa/4\pi\varepsilon_0(x^2 + y^2)$ B) $V(x,y) = qa/4\pi\varepsilon_0(x^2 + y^2 + a^2/4)$
C) $V(x,y) = -qa/4\pi\varepsilon_0(x^2 + y^2)$ D) $V(x,y) = 0$

---



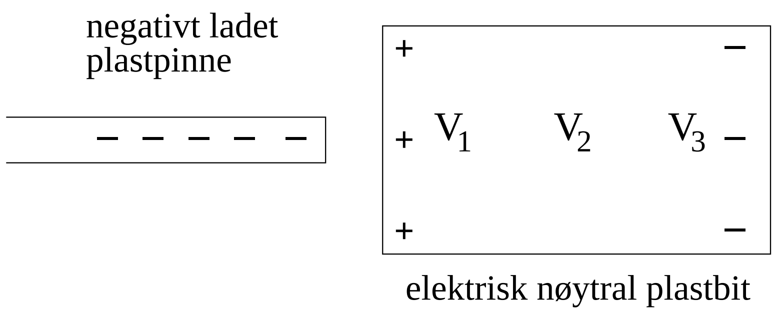

32) Figuren til venstre viser en elektrisk dipol med dipolmoment $\boldsymbol{p}$ i et uniformt ytre elektrisk felt $\boldsymbol{E}_0$. Hvilken av figurene til høyre viser da (kvalitativt) absoluttverdien av dreiemomentet som virker på dipolen, $\tau = |\boldsymbol{\tau}|$, som funksjon av vinkelen $\phi$ mellom $\boldsymbol{p}$ og $\boldsymbol{E}_0$?

---




33) Og hvilken av disse figurene viser potensiell energi $U(\phi)$ for dipolen i oppgave 32?

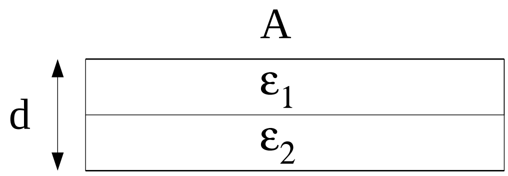
---




34) En negativt ladet plastpinne holdes i nærheten av en (totalt sett) elektrisk nøytral plastbit (som kan betraktes som et dielektrikum). $V_1$, $V_2$ og $V_3$ angir potensialet på tre ulike steder i plastbiten, som vist i figuren. Hvordan vil du rangere disse?

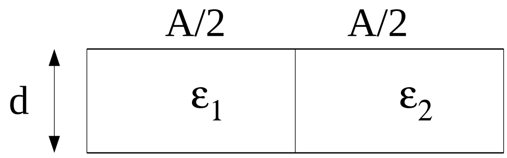
A) $V_1 > V_2 > V_3$
B) $V_1 = V_2 = V_3$
C) $V_1 < V_2 < V_3$
D) $V_1 > V_3 > V_2$

---



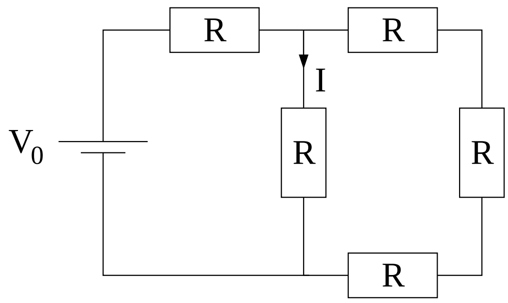

35) En platekondensator har metallplater med areal $A = 5$ cm$^2$ og avstand $d = 1$ mm mellom platene. Volumet mellom platene er fylt med to like store dielektriske skiver, som vist i figuren, med permittivitet hhv $\varepsilon_1 = 4\varepsilon_0$ (øverst) og $\varepsilon_2 = 5\varepsilon_0$ (nederst). Hva er kondensatorens kapasitans? (Tips: Dette kan betraktes som en seriekobling av to kapasitanser.)

A) 20 pF B) 20 nF
C) 20 $\mu$F D) 20 mF



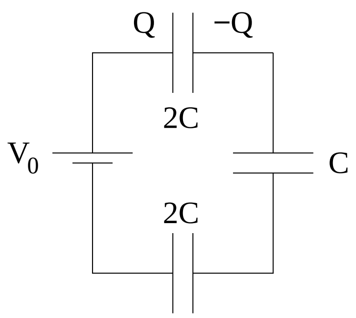

36) En platekondensator har metallplater med areal $A = 5$ cm$^2$ og avstand $d = 1$ mm mellom platene. Volumet mellom platene er fylt med to like store dielektriske skiver, som vist i figuren, med permittivitet hhv $\varepsilon_1 = 4\varepsilon_0$ (til venstre) og $\varepsilon_2 = 5\varepsilon_0$ (til høyre). Hva er kondensatorens kapasitans? (Tips: Dette kan betraktes som en parallellkobling av to kapasitanser.)

A) 20 pF B) 20 nF
C) 20 $\mu$F D) 20 mF



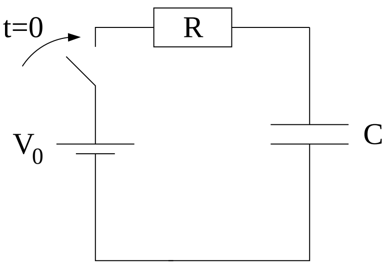

37) Hva blir strømmen $I$ i kretsen til venstre?

A) $V_0/7R$ B) $2V_0/7R$
C) $3V_0/7R$ D) $4V_0/7R$



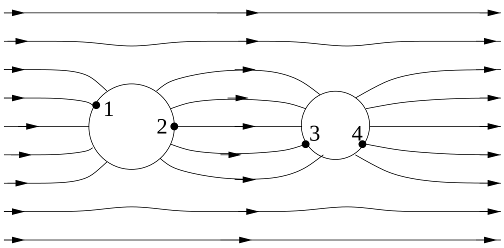

38) Hva blir ladningen $(\pm)Q$ på kondensatoren med kapasitans $2C$ øverst i kretsen til venstre?

A) $V_0C/5$ B) $V_0C/2$
C) $V_0C$ D) $2V_0C/7$



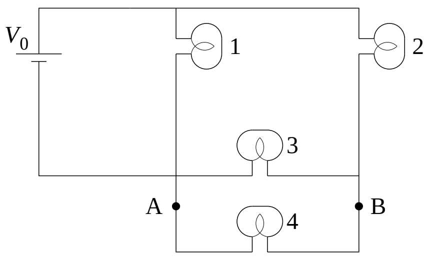

39) En likespenningskilde $V_0$ kobles til en seriekobling av en motstand $R = 3$ MΩ og en kapasitans $C = 3$ mF ved tidspunktet $t = 0$. Vel vitende om Ohms lov, $V_R = RI$, velger vi å måle strømstyrken $I(t)$ i kretsen via spenningen $V_R(t)$ over motstanden. Siden kondensatoren er uten ladning i utgangspunktet, kan vi fastslå at $V_R(t)$ blir maksimal umiddelbart etter at spenningskilden er koblet til. Men hvor lang tid vil det ta før $V_R(t)$ er redusert til 10% av sin maksimale verdi?

A) Ca 2 $\mu$s B) Ca 2 ms C) Ca 2 s D) Flere timer.




40) To metallkuler (dvs to perfekte elektriske ledere) er plassert mellom to store uniformt men motsatt ladde metallplater. Figuren viser en kvalitativ skisse av det resulterende elektriske feltet omkring de to kulene. Ranger potensialene i de fire avmerkede posisjonene 1 – 4.

A) $V_1 > V_2 > V_3 > V_4$
B) $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$
C) $V_1 = V_2 > V_3 > V_4$
D) $V_1 = V_2 > V_3 = V_4$




Lyspærene 1 – 4 i kretsen til venstre kan betraktes som identiske resistanser $R$. Økt strøm gjennom ei gitt lyspære resulterer i økt lysstyrke i denne pæra. Skrus ei pære ut, blir det der en åpen krets, dvs det går ingen strøm der. Kortsluttes det mellom to punkter i kretsen, betyr det at punktene forbindes med en perfekt leder uten motstand. Oppgavene 41 – 43 er relatert til denne kretsen.

41) Hva skjer med lysstyrken i pære 3 dersom pære 1 skrus ut?

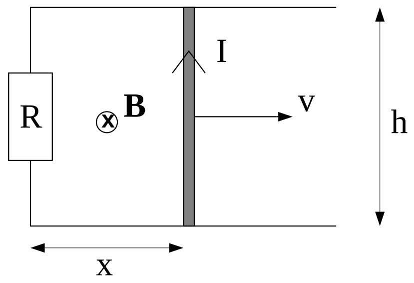
A) Lyser svakere. B) Lyser sterkere. C) Lyser med uendret styrke. D) Slutter å lyse.

42) Hva skjer med lysstyrken i pære 2 dersom vi kortslutter mellom A og B?

A) Lyser svakere. B) Lyser sterkere. C) Lyser med uendret styrke. D) Slutter å lyse.

43) Med alle fire lyspærer på plass i kretsen (og uten kortslutning mellom A og B), hva blir strømstyrken i pære 4 dersom $V_0 = 12$ V og $R = 5$ Ω?

A) 0.8 A B) 3.2 A C) 4.8 A D) 8.0 A




44) I figuren til venstre lukkes den elektriske kretsen ved hjelp av en rett elektrisk leder med lengde $h$. Kretsen har resistans $R$. Et uniformt magnetfelt $\boldsymbol{B}$ har retning inn i planet. Den rette lederen trekkes mot høyre med hastighet $v$. Hva blir indusert elektrisk strøm $I$ i kretsen?

A) $I = vhB/R$ B) $I = v^2B/R$
C) $I = B^2h^2v/R$ D) $I = 0$

---

45) En vekselspenningskilde $V(t) = V_0 \cos \omega t$ er koblet til en kondensator med kapasitans $C$. Strømmen i kretsen blir da $I(t) = -I_0 \sin \omega t$, med amplitude

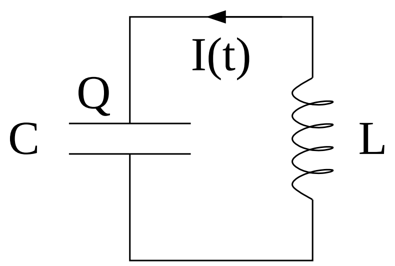
A) $I_0 = V_0 C$ B) $I_0 = V_0/\omega C$ C) $I_0 = \omega V_0/C$ D) $I_0 = \omega C V_0$

---

46) En vekselspenningskilde $V(t) = V_0 \cos \omega t$ er koblet til en spole med induktans $L$. Strømmen i kretsen blir da $I(t) = I_0 \sin \omega t$, med amplitude

A) $I_0 = V_0 L$ B) $I_0 = V_0/\omega L$ C) $I_0 = \omega V_0/L$ D) $I_0 = \omega L V_0$

---




47) Strømmen i $LC$–kretsen til venstre bestemmes av Kirchhoffs spenningsregel,

$$-LdI/dt - Q/C = 0.$$

Hva blir perioden $T$ for harmonisk svingning av $I$ og $Q$ i denne kretsen?

A) $T = 2\pi/LC$ B) $T = LC$ C) $T = 2\pi\sqrt{LC}$
D) $T = L/C$

---

48) En partikkel med masse $m$, ladning $q$ og hastighet $\boldsymbol{v}$ befinner seg i et uniformt magnetfelt $\boldsymbol{B}$. Magnetfeltet står normalt på partikkelens hastighetsvektor. Partikkelen går da i sirkulær bane med radius

A) $r = qB/m$ B) $r = m/q$ C) $r = qv/B$ D) $r = mv/qB$

---

49) Hva er magnetisk feltstyrke $B = |\boldsymbol{B}|$ inne i en luftfylt spole med lengde 10 cm, 800 viklinger, spolestrøm 1.0 A, og tverrsnitt 0.5 cm$^2$?

A) $B = 0.01$ T B) $B = 4.7 \cdot 10^{-9}$ T C) $B = 2.4 \cdot 10^{-6}$ T D) $B = 1.0$ T

---

50) Hva er det magnetiske dipolmomentet til spolen i oppgave 49?

A) $m = 400$ A m$^2$ B) $m = 4.0$ A m$^2$ C) $m = 0.04$ A m$^2$ D) $m = 0.0004$ A m$^2$

---