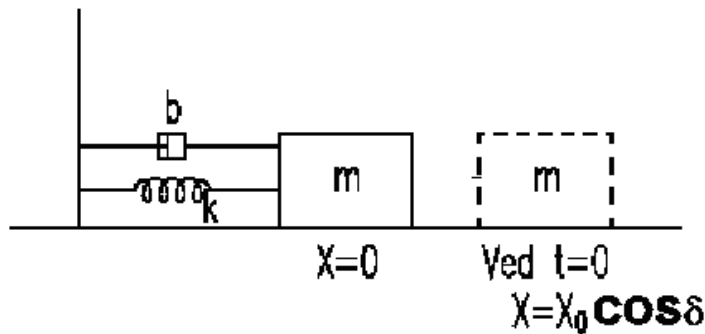


Oppgave 1: Svingebevegelse

Figuren viser en kloss med masse m som beveger seg friksjonsfritt på et horisontalt underlag. Klossen er festet til en vegg med en horisontal fjær med fjærkonstant k , og i tillegg festet med et dempeledd med lineær dempingskonstant b .

- a) Vis ved hjelp av kraftbalanse mot Newton's andre lov, $F = ma$ (a er akselerasjonen), at differensialligningen som beskriver klossens utsving x fra likevektsposisjonen $x = 0$, kan skrives som:

$$-kx - b \frac{dx}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

Identifiser hvert av leddene i denne ligningen, og forklar fortegnene foran hvert ledd

- b) Ved innsetning kan vises at en løsning som tilfredsstiller ligning (1), er:

$$x(t) = x_0 e^{-t/2\tau} \cos(\omega t + \delta) \quad (2)$$

hvor $\tau = m/b$, $\omega = \omega_0 [1 - (2\omega_0\tau)^{-2}]^{1/2}$ og $\omega_0 = (k/m)^{1/2}$

Hva er enhetene til henholdsvis x , k , b , τ , ω og ω_0 ?

- c) Diskuter løsningen ligning (2) for tilfellet at svingebevegelsen ikke er dempet: dvs $b = 0$. Hvor stor er ω for dette tilfellet?
- d) Diskuter løsningen ligning (2) for tilfellet at svingebevegelsen kun er svakt dempet: Kriteriet for svak demping er at $b \ll 2m\omega_0$. Hvor stor er ω nå? Hva kalles dette grensetilfellet med svak demping?
- e) Hva skjer når $b = b_c = 2m\omega_0$. Hva kalles dette tilfellet?
- f) Diskuter tilfellet at svingebevegelsen er sterkt dempet, dvs $b \gg b_c$. Hva kalles dette tilfellet med sterkt demping?
- g) Lag en skisse av $x(t)$ som viser alle tilfellene c), d), e) og f) i samme graf.
- h) Vis at ligning (2) tilfredsstiller ligning (1).

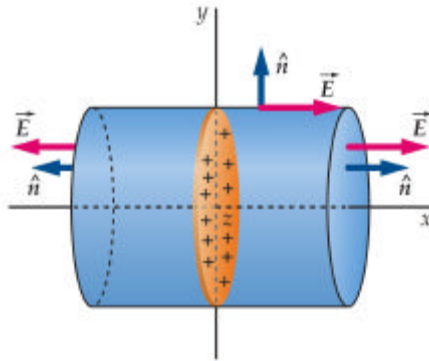
Oppgave 2: Elektromagnetisme og vekselstrømskretser.

a) Gauss' lov er:

$$\phi_{net} = \int_S E_n dA = 4\pi k Q_{inside}$$

hvor Φ_{net} er netto elektrisk fluks ut av en valgt lukket Gaussflate S , og Q_{inside} er totalladningen innenfor S . E_n er komponenten av det elektriske feltet E som er normal til flatelementet dA , og $\epsilon_0 = 1/(4\pi k)$ er permitiviteten.

Anta nå at vi har et uendelig stort yz -plan med uniformt fordelt positiv elektrostatisk ladning overalt i yz -planet, og at vi velger en sylinderformet Gaussflate som vist i den følgende figuren, dvs den valgte Gaussflaten omslutter et diskosformet utsnitt av den uendelig store ladete yz -flaten.



Anta at ladningstettheten, dvs ladning per arealenheter i yz -planer er σ . Bruk Gauss' lov til å vise at det elektriske feltet i x -retning fra en slik uniformt ladet flate er $E_x = \sigma/2\epsilon_0$. Hvorfor har feltet ingen y - eller z -komponent?

b) Elektrisk potensialforskjell mellom to punkter a og b, med elektrisk potensial henholdsvis V_a og V_b , er definert som:

$$\Delta V = V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

Bruk denne definisjonen til å beregne potensialforskjellen V_C mellom to like og endelige plan hver med areal A , og i avstand d ($\ll A^{1/2}$) fra hverandre. Anta at begge planene har uniform ladningsfordeling, og at totalladningen er henholdsvis $+Q$ og $-Q$ på hver av de to planene.

Vis at

$$V_C = Q/(dA\epsilon_0) = Q/C$$

og at kapasitansen C kun avhenger av geometriske størrelser.

c) Magnetisk fluks Φ_m gjennom en flate S , er definert som:

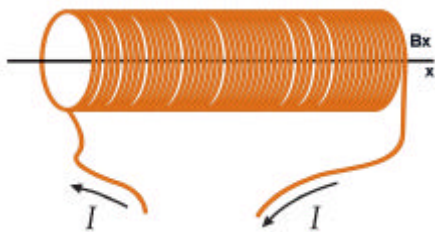
$$\phi_m = \int_S B_n dA$$

hvor B_n er komponenten av det magnetiske feltet B som er normal til flatelementet dA .

Bruk denne definisjonen til å vise at den magnetiske fluksen gjennom en spole slik som vist i den følgende figuren er lik

$$\Phi_m = B_x N A$$

hvor N er antall vindinger i spolen, og A er tverrsnittsarealet av spolen.



d) *Biot-Savart's lov* som er:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

kan benyttes til å finne det magnetfeltet som en strøm I genererer inne i en slik spole som vist i c), og svaret er at (vi spør ikke om denne utledningen her):

$$B_x = \mu_0 I N / l$$

hvor μ_0 er permeabiliteten, og l er den totale lengden av spolen.

Vis at fluksen gjennom spolen

$$\Phi_m = (\mu_0 A N^2 / l) I = L I$$

og at induktansen L kun avhenger av geometriske størrelser.

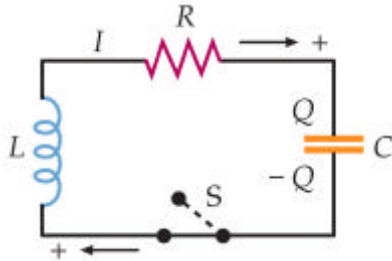
e) *Faraday's lov* sier at induert elektromotorisk spenning i en krets

$$\mathcal{E} = - \frac{d\phi_m}{dt}$$

Bruk Faraday's lov til å vise at potensialforskjellen V_L over en induktans L kan skrives som

$$V_L = - L dI/dt.$$

- f) Kretsen under er en enkel RLC-krets:



Anvend Kirchoff's sløyferegel på denne kretsen, dvs $V_L + V_C + V_R = 0$ når bryteren S er lukket, til å vise at differensialligningen for ladningen Q kan skrives

$$L \frac{d^2Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C} Q = 0 \quad (3)$$

hvor vi har brukt at spenningsforskjellen over motstanden R , er gitt av Ohm's lov, mens V_C og V_L er slik som beregnet i henholdsvis b) og e).

- g) Ligning (3) er på nøyaktig samme form som ligning (1) for svingebevegelsen i Oppgave 1, dvs

$$Q(t) = Q_0 e^{-t/2\tau} \cos(\omega t + \delta) \quad (4)$$

er en løsning av ligning (3), hvor $Q_0 = Q(t=0)$ er ladningen i det øyeblikket vi lukker bryteren S.

Bruk analogien med Oppgave 1 til å skrive opp uttrykk for τ og ω for RLC-kretsen, dvs τ og ω uttrykt ved størrelsene R, L og C .

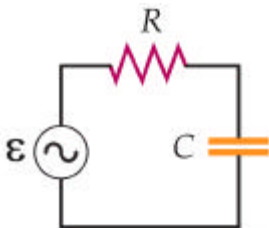
Hvilken kretskomponent er årsak til demping?

Skisser $Q(t)$ når $R \neq 0$ og liten.

- h) Anta nå at induktansen $L = 0$, dvs kretsen er nå en ren RC-krets.

Regn ut og skisser strømmen $I(t)$ for dette tilfellet når vi lukker bryteren ved tiden $t = 0$.

- i) Erstatt nå spolen i kretsen i f) med en vekselstrømsgenerator som genererer en periodisk spenning gitt ved $\varepsilon = \varepsilon_0 \cos \omega t$, dvs kretsen ser nå slik ut:



Vis at spenningsfallet over kondensatoren $V_C(t) = V_{ut} \cos(\omega t - \delta)$, hvor amplituden $V_{ut} = V_{inn} [1 + (\omega RC)^2]^{-1/2}$, og $V_{inn} = \varepsilon_0$.

Skisser V_{ut} som funksjon av ω .

Hva kalles en slik krets når vi er interessert i å bruke spenningen $V_C(t)$ over kapasitansen C ?

Oppgave 3: Flervalgsspørsmål.

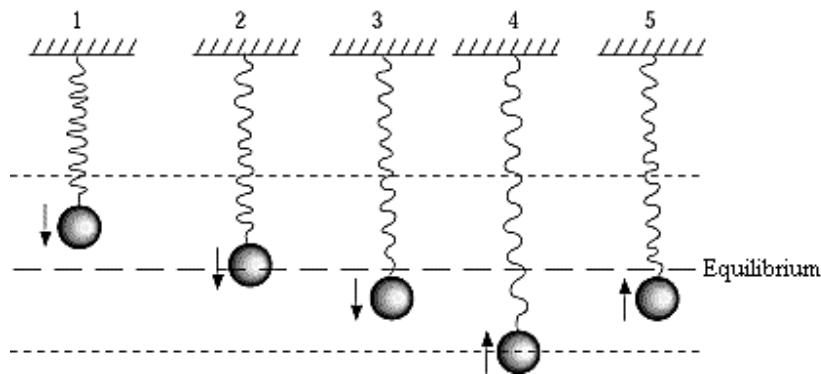
1. En sinusbølge beveger seg langs en streng. Ligningen som beskriver utsvinget y ved et punkt x har formen:

$$y(x, t) = 0.15 \sin[10\pi(t - x/60)]$$

hvor SI enheter brukes. Bølgelengden er

- A) 8.0 cm
- B) 15 cm
- C) 6.0 m
- D) 12 m
- E) 60 m

2.



Et legeme opphengt i en fjær svinger omkring likevektsposisjonen markert som Equilibrium I figuren. Hvilken figur viser posisjonen for maksimal akselerasjon?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

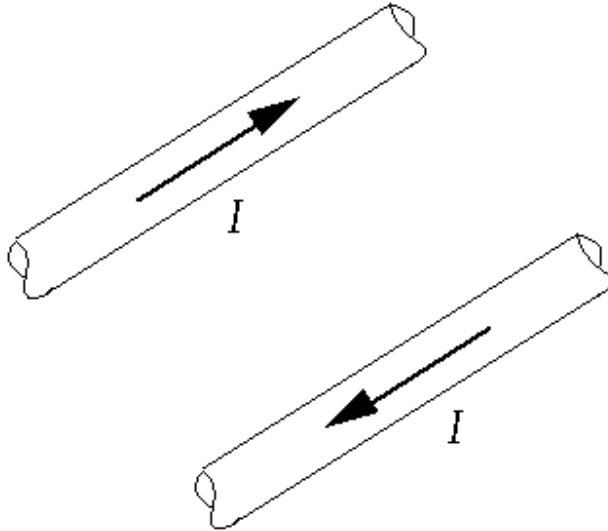
3. En pendel har enkel svingebevegelse når

- A) pendelkula ikke er for tung.
- B) strengen ikke er for lang.
- C) buen som pendelen svinger ikke er for liten.
- D) buen som pendelen svinger ikke er for stor.
- E) ingen av disse er korrekt.

4. Hvilken av de følgende er en vektor størrelse?

- A) strøm
- B) ladning
- C) elektrisk felt
- D) elektrisk potesial
- E) magnetisk fluks

5.



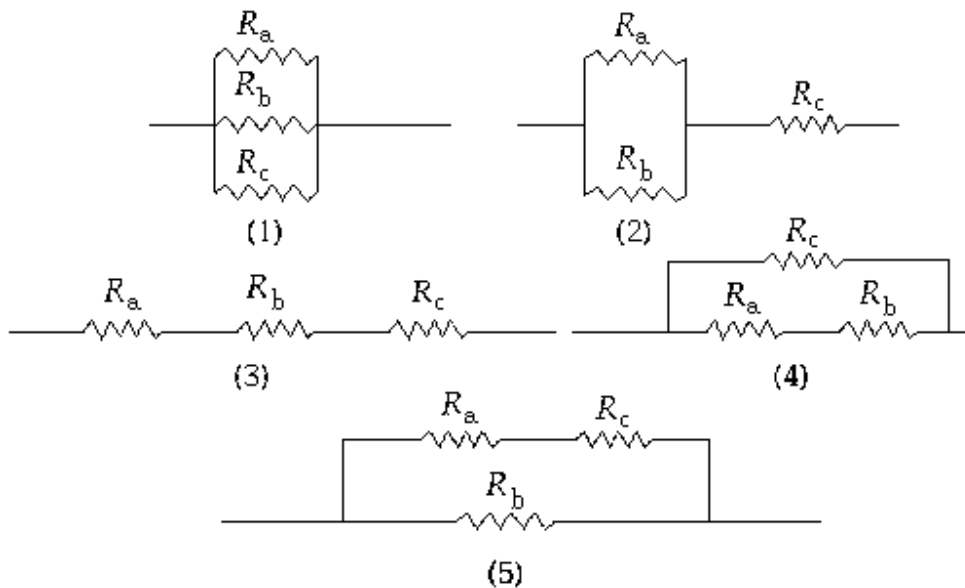
To ledninger ligger i papirplanet og fører like og motsatt rettede strømmer slik som vist. Vi spør om magnetfeltet midt mellom ledningene:

- A) er null.
- B) peker inni i papiret.
- C) peker ut av papiret.
- D) peker mot toppen av papiret.
- E) peker mot en av ledningene.

6. Når en kompassnål er i stabilt likevekt i et magnetfelt \vec{B} , så er

- A) nålaksen 45° med \vec{B} feltet.
- B) sydpolen pekende i positiv \vec{B} retning.
- C) nordpolen pekende i positiv \vec{B} retning
- D) nålaksen vinkelrett på \vec{B} .
- E) intet av dette tilfelle.

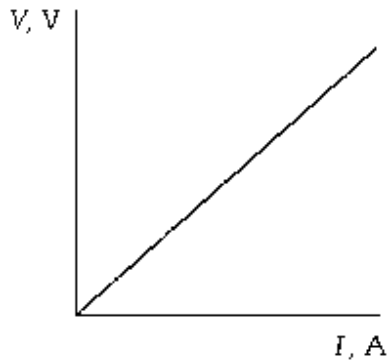
7. Magnetisk kraft på en ladet partikkel
- avhenger av fortegnet til ladningen på partikkelen.
 - avhenger av hastigheten til partikkelen.
 - avhenger av magnetfeltet i partikkelens posisjon.
 - er vinkelrett både til hastighetsvektoren og til magnetfeltvektoren.
 - er beskrevet av alle disse alternativene.
8. Et batteri A har høy indre motstand, mens at batteri B har lav indre motstand. Dersom begge batteriene leverer samme strøm til en ytre krets, hvilken av de følgende påstandene er korrekt?
- Batteri A er varmere å ta på enn batteri B.
 - Batteri B er varmere å ta på enn batteri A.
 - Batteri A er kaldere å ta på enn batteri B.
 - Begge batteriene er like varme eller kalde.
 - De elektromotoriske spenningene til begge batteriene må være kjente for å kunne forutsi noe om slike temperaturforskjeller.
- 9.



Dersom tre motstander i de forskjellige konfigurasjonene som er vist her, er plassert i en enkel krets, hvilken konfigurasjon vil da gi samme strøm i alle tre motstandene:

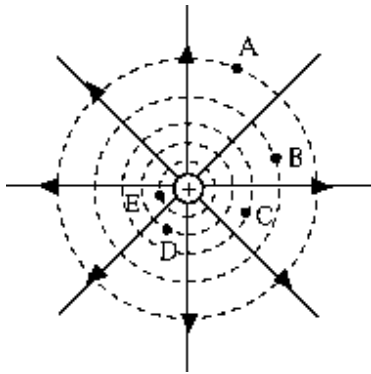
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

10.



Grafen viser spenningforskjell over en motstand som funksjon av strømmen gjennom motstanden. Stigningstallet for kurven representerer:

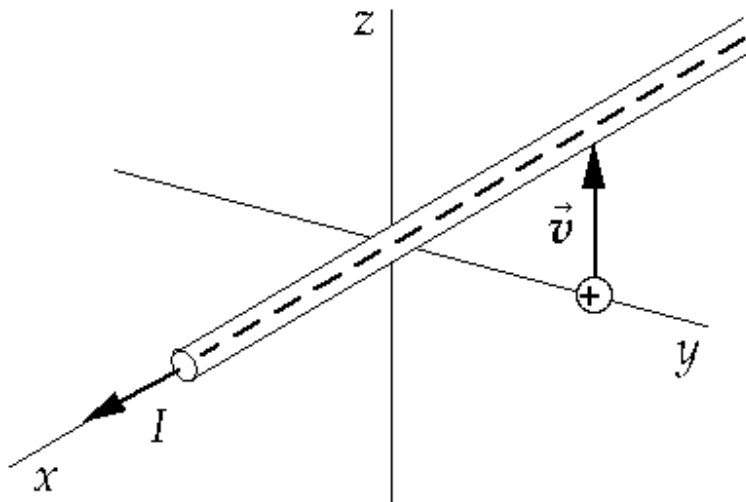
- A) effekt.
- B) motstand.
- C) emf.
- D) ladning.
- E) arbeid per ladningsenhet.



11. Arbeidet som trengs for å bringe en positivt ladet partikkel fra langt unna til et punkt nær ladningen i figuren, er størst for punktet:

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E

12.



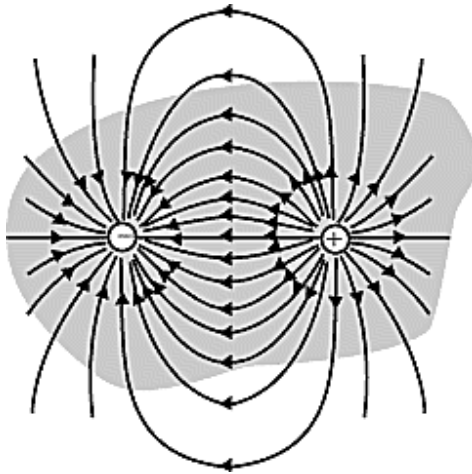
Strømmen i en ledning langs x -aksen er rettet i positiv x -retning som vist i figuren. Dersom et proton er lokalisert som vist i figuren har en hastighet langs den positive z -retningen, så vil protonet "oppleve"::

- A) En kraft i positiv x -retning.
- B) En kraft i negativ x -retning.
- C) En kraft i positiv z -retning.
- D) En kraft i positiv y -retning.
- E) Ingen kraft.

13. To store metallplater er parallelle og begge har ladning. Avstanden mellom platene er d , og potensialforskjellen mellom platene er V . Størrelsen på elektriske feltet \vec{E} i området mellom platene er gitt av

- A) dV
- B) V^2/d
- C) dV
- D) V/d^2
- E) Ingen av disse er korrekt.

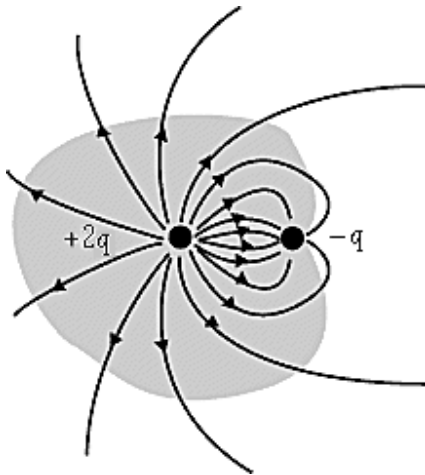
14.



Figuren viser en flate som omslutter ladningene q og $-q$. Netto fluks gjennom den omsluttende flaten er lik

- A) $q/\hat{\mathbf{I}}_0$
- B) $2q/\hat{\mathbf{I}}_0$
- C) $-q/\hat{\mathbf{I}}_0$
- D) null
- E) intet av dette er korrekt.

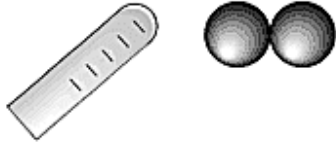
15.



Figuren viser en flate som omslutter ladningene $2q$ og $-q$. Netto fluks gjennom den omsluttende flaten er lik

- A) q/ϵ_0
- B) $2q/\epsilon_0$
- C) $-q/\epsilon_0$
- D) null
- E) intet av dette er korrekt.

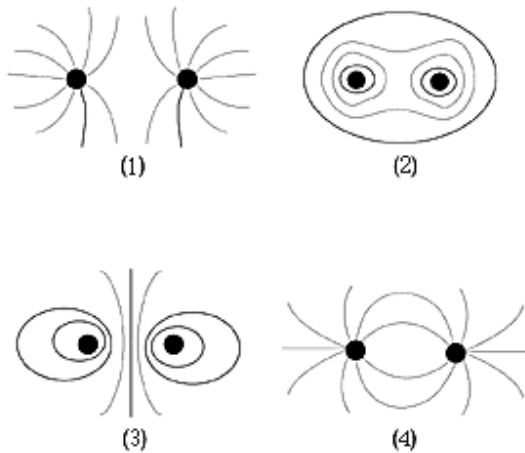
16.



Dersom du bringer en negativt ladet isolator nær to uladete metallkuler som er i kontakt, så vil metallkula til høyre ha

- A) ingen netto ladning.
- B) positiv ladning.
- C) negativ ladning.
- D) enten positiv eller negativ ladning.
- E) intet av dette er korrekt.

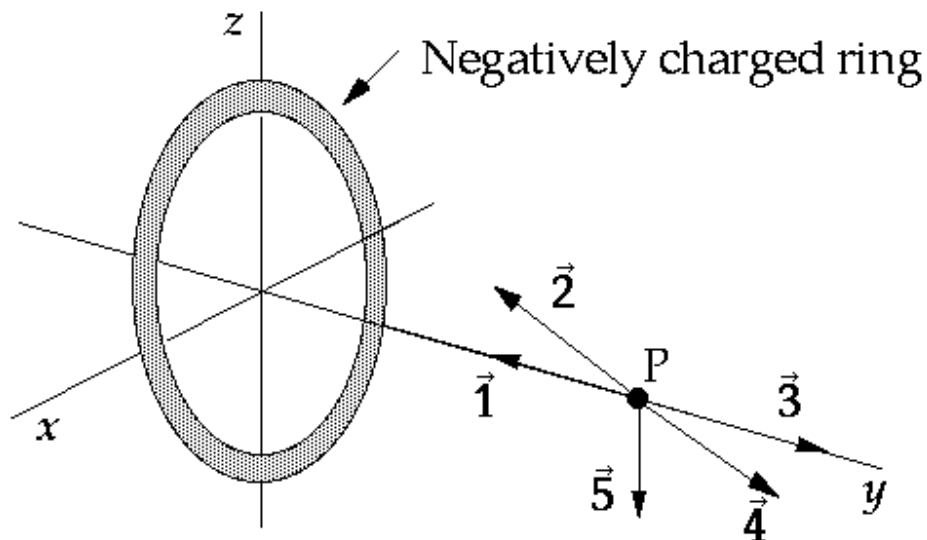
17.



En elektrisk dipol består av en positiv ladning adskilt fra en negativ ladning med en liten avstand mellom dem. Hvilket av diagrammene representerer de elektriske feltlinjene rundt en elektrisk dipol?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) intet av dette er korrekt.

18.



Punktet P er på aksen til en ringladning, og alle de viste vektorene ligger i yz-planet. Den negativt ladete ringen ligger i xz-planet. Vektoren som representerer retningen til det elektriske feltet i punktet P er:

- A) $\vec{1}$
- B) $\vec{2}$
- C) $\vec{3}$
- D) $\vec{4}$
- E) $\vec{5}$

19. Tynnlinseligningen er $1/s + 1/s' = 1/f$, hvor vanlig notasjon er brukt for de 3 størrelsene s , s' og f . For å kunne avbilde et bilde på en skjerm ved hjelp av en linse, må,
- A) linsen være divergerende, og objektet må være lenger unna linsen enn det andre fokuspunktet.
 - B) linsen være konvergerende, og objektet må være mellom det første fokuspunktet og linsen.
 - C) linsen være divergerende og bildet må være lenger unna linsen enn det andre fokuspunktet.
 - D) linsen må være konvergerende, og objektet må være lenger unna linsen enn det første fokuspunktet.
 - E) linsen være divergerende og objektet må være mellom linsen enn det første fokuspunktet.

20. Et sfærisk speil har
- A) både kromatisk og sfærisk abberasjon.
 - B) hverken kromatisk eller sfærisk abberasjon.
 - C) sfærisk men ikke kromatisk abberasjon.
 - D) kromatisk men ikke sfærisk abberasjon.
 - E) typen abberasjon avhenger av fasongen på den sfæriske flaten
21. Du ser en fisk i vannet tilsynelatende i en dybde av 1.83 m. Den virkelige dybden til fisken, dersom brytningsindeksen til vann reeltivt til luft er $4/3$, må være
- A) 3.81 cm
 - B) 61.0 cm
 - C) 1.37 m
 - D) 1.83 m
 - E) 2.44 m
22. Lys som forplanter seg i et medium med brytningsindeks n_2 faller inn mot en grenseflate mot et annet medium med brytningsindeks n_1 . Gitt at innfallsvinkelen er tilstrekkelig stor, hvilken av de følgende betingelsene må være oppfylt for at total indre refleksjon skal skje?
- A) $n_1 < n_2$
 - B) $n_1 > n_2$
 - C) $n_1 = n_2$
 - D) Alle disse kan være korrekte..
 - E) Ingen av disse er korrekte.
23. Det synlige området av det elektromagnetiske spekteret er nær hvilket av de følgende lysbølgelengdeintervallene?
- A) 200 to 500 nm
 - B) 300 to 600 nm
 - C) 400 to 700 nm
 - D) 500 to 800 nm
 - E) 600 to 900 nm
24. For bølgebevegelse, dersom hastigheten er avhengig av bølgelengden, så kaller vi dette:
- A) polarisasjon
 - B) motivasjon
 - C) dispersjon
 - D) diffraksjon
 - E) spredning