【B】物理学

Ⅲ　次の20問題を解答せよ。（解答欄に１つだけマークすること。）

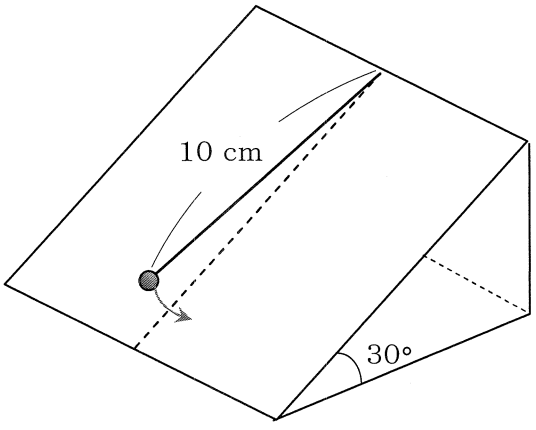
Ⅲ－１　高さ39.2 mの塔の頂上から小球を初速度19.6 m/s，仰角30°で投げた。小球が地面に落ちる点と塔との水平距離はおおよそいくらか。ただし，重力加速度は9.8 m/s^{2}とする。

①　34 m　　②　68 m　　③　102 m　　④　136 m　　⑤　170 m

Ⅲ－２　水平面内で回転する円板上の中心から30 cm離れた位置に小物体を置いた。この小物体と円板との間の静止摩擦係数は0.3である。円板の回転数を徐々に増やしていくと，１分間の回転数がある値を超えると小物体は滑りだした。この値はいくらか。ただし，重力加速度は9.8 m/s^{2}とする。

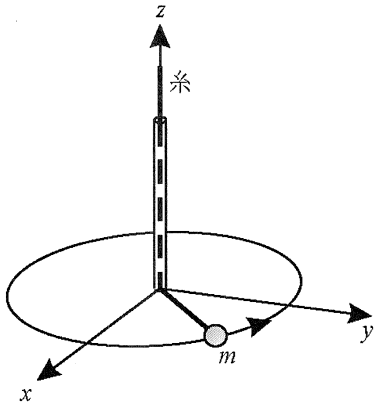
①　３回　　②　６回　　③　30回　　④　60回　　⑤　90回

Ⅲ－３　水平面と角30°をなす滑らかな斜面上に，長さ10 cmの単振子をとりつけ，小さな振幅で振動させた。振動の周期はおおよそいくらか。ただし，重力加速度は9.8 m/s^{2}とする。



①　0.1 s　　②　0.4 s　　③　0.9 s　　④　4 s　　⑤　9 s

Ⅲ－４　下図のように，質量mのおもりが細い管を通して糸につながれ，滑らかな水平面上を角速度ωで等速円運動をしている。この糸を鉛直上方にゆっくり引っ張り上げたところ，円運動の半径が半分になった。このとき角速度はどうなるか。



①　0.25ω　　②　0.5ω　　③　ω　　④　2ω　　⑤　4ω

Ⅲ－５　質量mのおもりを初速度v_0で鉛直下向きに落下させた。おもりが速度vに比例する大きさ$m\gamma v$の抵抗力を受けながら落下するとして，十分時間がたったときの速さはどうなるか。ただし，重力加速度の大きさはgとする。

①　$v_0-\dfrac{\gamma}{g}$　　②　$v_0+\dfrac{\gamma}{g}$　　③　$\dfrac{g}{\gamma}$　　④　$\dfrac{\gamma}{g}$　　⑤　$v_0+\dfrac{g}{\gamma}$

Ⅲ－６　質量100 kgのロケットを地上から打ち上げるとき，ロケットが無限遠方まで達するのに必要な最小の初速度はおおよそいくらか。ただし，地球の半径を6400 km，重力加速度を9.8 m/s^{2}とする。

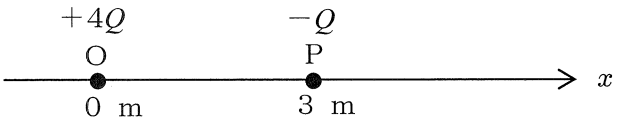
①　250 m/s　　②　360 m/s　　③　3.6 km/s
④　8.0 km/s　　⑤　11 km/s

Ⅲ－7　質量10 kg，半径1.0 mの円板が，中心を通り円板に垂直な軸のまわりに毎秒２回の回転数で回転しているとき，この円板の運動エネルギーはおおよそいくらになるか。なお，質量M，半径aの円板の中心を通り，円板に垂直な軸のまわりの慣性モーメントは$\frac{1}{2}Ma^2$である。

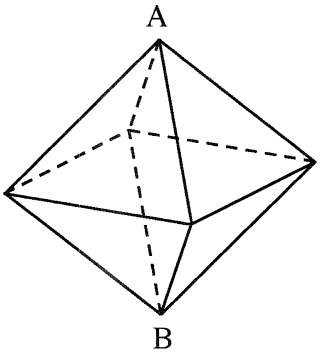
①　60 J　　②　200 J　　③　390 J　　④　590 J　　⑤　790 J

Ⅲ－8　下図のように，x軸上の原点Oに正の電荷$+4Q$を，$x=3$ m の点Pに負の電荷$-Q$を置く。x軸上で電場がゼロとなる位置はどこか。

①　1.5 m
②　2 m
③　6 m
④　2 mと6 m
⑤　-2 m

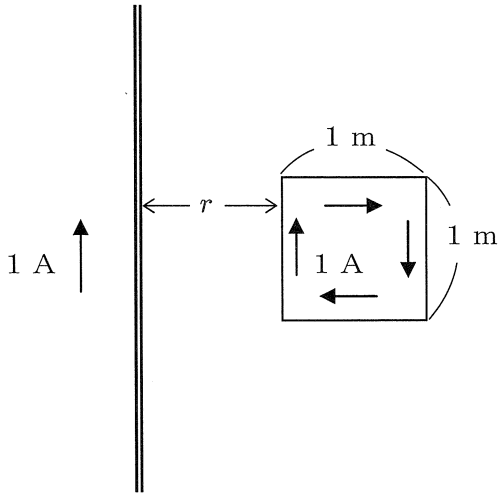


Ⅲ－9　下図のように，抵抗Rの長さの等しい12本の抵抗線を正八面体状に接続するとき，相対する頂点AとBの間の合成抵抗として正しいものはどれか。



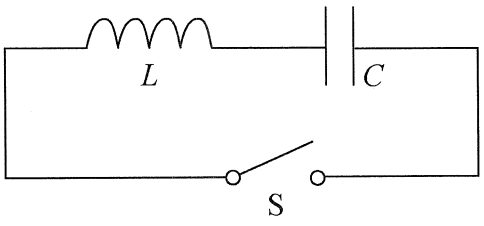
①　$\frac{R}{4}$　　②　$\frac{R}{2}$　　③　$2R$　　④　$8R$　　⑤　$12R$

Ⅲ－10　下図のように，真空中で，十分に長い直線導線と一辺が１ mの正方形のコイルを，コイルの一辺と直線導線とが平行になるように置く。コイルの左側の辺と直線導線との距離をrとする。直線導線とコイルには，図に示した向きに，共に１ Aの電流が流れている。rを１ mから２ mに増やすと，コイルが直線電流から受ける力の合力は何倍になるか。



①　$\frac{1}{3}$倍　　②　$\frac{1}{2}$倍　　③　１倍　　④　２倍　　⑤　３倍

Ⅲ－11　電気容量Cのコンデンサーと自己インダクタンスLのコイル，及びスイッチＳからなる下図のような回路がある。最初コンデンサーには電荷Q_0が蓄えられており，スイッチＳは切れていた。スイッチＳを入れた後のコンデンサーの電荷の変化について正しいものはどれか。ただし，回路の電気抵抗はないものとする。



①　電荷はコンデンサーに蓄えられたまま一定値Q_0であった。

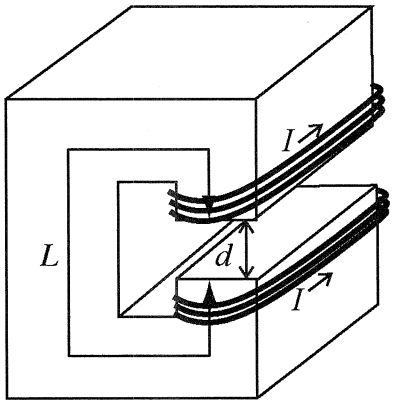
②　電荷は周期$2\pi\sqrt{LC}$で振動しながら減衰し，０になった。

③　電荷は振幅Q_0，周期$2\pi\sqrt{LC}$で振動した。

④　電荷は周期$\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$で振動しながら減衰し，０になった。

⑤　電荷は振幅Q_0，周期$\frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$で振動した。

Ⅲ－12　下図のような磁極間の距離がdの鉄でできた電磁石がある。コイルを磁極の上側と下側にそれぞれN回ずつ巻いて，同じ向きに電流Iを流した。磁極の間隙における磁束密度の大きさはどうなるか。ただし，真空中の透磁率をμ_0，鉄の透磁率をμ，鉄内の経路の長さをLとすると，条件$d\mu >> L\mu_0$が満たされるとする。



①　$2\mu NId$　　②　$\dfrac{2\mu NI}{d}$　　③　$\mu_0 NId$　　④　$\dfrac{2\mu_0 NI}{d}$　　⑤　μNId

Ⅲ－13　巻数N，断面積S，長さℓの十分長いソレノイドに電流Iが流れるとき，ソレノイド内の磁束密度は真空の透磁率をμ_0として，$\dfrac{\mu_0 NI}{\ell}$となる。このソレノイドの自己インダクタンスはどれか。

①　$\dfrac{\mu_0 NS}{\ell}$　　②　$\dfrac{N^2 S}{\mu_0 \ell}$　　③　$\dfrac{\mu_0 N}{S\ell}$　　④　$\dfrac{\mu_0 N^2}{S\ell}$　　⑤　$\dfrac{\mu_0 N^2 S}{\ell}$

Ⅲ－14　下図のように，容積の等しい２つの容器ＡとＢを，容積の無視できる細管でつなぐ。はじめの全体の温度は27 ℃で，Ａには圧力1.0×10^5 Paの空気を，Ｂには少量の水と水蒸気を入れてある。細管に取りつけたコックを開いて全体の温度を100 ℃にすると，容器内の圧力はおおよそいくらになるか。ただし，水は常に存在しているとし，100 ℃における飽和水蒸気圧を1.0×10^5 Paとする。

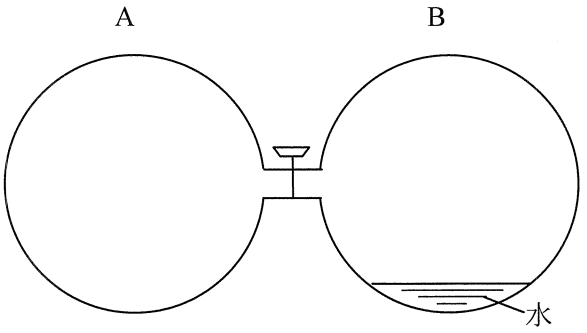
① 0.6×10^5 Pa

② 1.0×10^5 Pa

③ 1.6×10^5 Pa

④ 2.0×10^5 Pa

⑤ 2.6×10^5 Pa



Ⅲ－15　焦点距離が30 cmの凸レンズの前方90 cmのところに物体を置いた。物体の像のできる位置，正立か倒立か，及び実像か虚像かについて，正しい記述はどれか。

① レンズの後方45 cmのところに倒立の実像ができる。

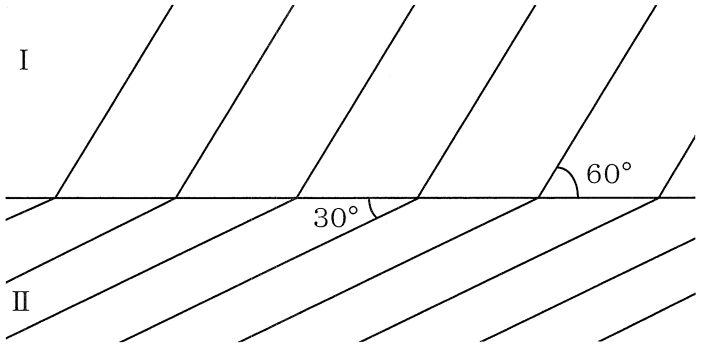
② レンズの後方45 cmのところに正立の虚像ができる。

③ レンズの後方60 cmのところに倒立の実像ができる。

④ レンズの前方22.5 cmのところに倒立の実像ができる。

⑤ レンズの前方22.5 cmのところに正立の虚像ができる。

Ⅲ－16　下図のように，振動数５ Hzの水面波が領域Ⅰにおいて速さ0.50 m/s で領域Ⅱに進んでいる。２つの領域の境界面では水深が変化しているため屈折が起こっている。図中の平行に描いた実線は波面を表している。領域ⅠとⅡの波面が境界面とそれぞれ角度60°と30°をなすとき，領域Ⅱにおける波の伝わる速さはおおよそいくらか。



①　0.10 m/s　　②　0.29 m/s　　③　0.50 m/s

④　0.85 m/s　　⑤　1.0 m/s

Ⅲ－17　電子レンジは，水分子による電磁波の吸収を利用した加熱装置である。用いる電磁波の波長がおおよそ12 cmであるとき，その周波数はおおよそいくらか。ただし，光速は3.0×10^{8} m/s とする。

①　25 MHz　　②　36 MHz　　③　400 MHz　　④　2.5 GHz　　⑤　3.6 GHz

Ⅲ－18　α線，β線，γ線が同一方向に放射されている。これに垂直な方向に磁場をかけたときに起こる現象として，正しいものはどれか。

①　α線とβ線は互いに逆向きに曲げられるが，γ線は曲げられない。

②　α線とβ線は共に同じ向きに曲げられるが，γ線は曲げられない。

③　β線とγ線は互いに逆向きに曲げられるが，α線は曲げられない。

④　β線とγ線は共に同じ向きに曲げられるが，α線は曲げられない。

⑤　α線，β線，γ線はすべて曲げられない。

Ⅲ－19　半減期８日のヨウ素131が10000個あったとき，４日後に残っているヨウ素131のおおよその個数はいくらか。

①　5000個　　②　6300個　　③　7100個　　④　7500個　　⑤　8200個

Ⅲ－20　ウラン238（^{238}U）がα崩壊を１回，β崩壊を２回，再びα崩壊を３回起こした後にできる同位体は次のうちどれか。なお，鉛からウランまでの元素を原子番号の順番に並べると，Pb，Bi，Po，At，Rn，Fr，Ra，Ac，Th，Pa，Uである。

①　^{216}Bi　　②　^{216}Po　　③　^{222}Rn　　④　^{222}Ra　　⑤　^{230}Th