H22 年度（2010）センター試験　物理Ｉ

100125

		分野	問題概要	難易度
第１問		問１　力学	ばねの力	C
小問		問２　電磁気	直線電流による磁場中のコイルの誘導起電力	A
集合		問３　波動	波の伝播と波形	B
		問４　力学	力のモーメントのつりあい	B
		問５　電気とエネルギー	水温上昇に使われた電気エネルギーの割合	C
		問６　波動	定常波の速度，振動数，波長、弦の長さの関係	B
第２問	A	問１　電気・変圧器	1 次コイルと 2 次コイルの巻き数比と発生電圧	C
電気		問２＊電気・損失電力	送電線の送電電圧と電流と損失電力	C
	B	問３　電気回路	回路の電圧電流特性による電池の起電力と内部抵抗	B
		問４＊電気回路	電流の流れない回路を並列接続した場合の抵抗	B
第３問	A	問１　光の屈折	光ファイバーに入射し，伝播する光の特性	B
波動		問２　同上	光ファイバーの境界面での全反射の条件	A
	B	問３　波面の干渉	二つの波源（逆位相）からの波の強めあう条件	A
		問４＊同上	同上（同位相）	B
第４問	A	問１　気体の状態	気体の圧力と重力	C
気体		問２　同上	気体の体積と状態方程式	B
		問３　同上	気体の等温変化と断熱変化	B
	B	問４　力学・運動	ばねの圧縮と物体の速度	B
力学		問５　同上	初速を与えられた物体の斜面を登る高さ	C
運動		問６　同上	物体の移動に伴う物体の加速度の変化（グラフ）	A
	C	問７　摩擦のある運動	摩擦のある斜面でのつりあい	B
		問８　同上	摩擦のある面での運動	A

合計 22 問（＊は 2 問回答）Ａ：5 問　Ｂ：11 問　Ｃ：6 問　　難易度：Ａ　高，Ｂ　中，Ｃ　低

＜総評＞

難問や奇問はない。教科書に掲載されている知識と考え方をしっかりと勉強していれば，80 点以上の高得点を得られるであろう。難易度の分布も程よい。難易度Ａといっても，さほど困難ということではなく，相対的に複雑な物理的思考や考察を必要とするものである。難易度Ｂ，Ｃの問題を確実に正答すれば，80 点以上を得ることができる。

問題は長文であり,図によって説明されるので,題意を迅速に的確に読み取ることが必要である。広い意味での国語力を必要とするのは当然のことである。焦らず落着いて問題に取り組むことが大事である。

第１問

問１　①（答）　難易度　C

つりあいの位置からの変位に比例した復元力が働くから$F=kx$

問２　①　難易度A

導線によって発生する磁場は電流の方向に進む右ねじの回転方向である。したがってコイル面を水平面内に動かしても，磁束を横切らないので誘導起電力はほとんど発生しない。③，④は棄却される。コイル面を垂直にして導線と平行に移動しても横切る磁束は変化しないので，誘導起電力はほとんど発生しない。②は棄却される。①ではコイルが導線から離れるに従い，コイル面内を横切る磁束は減少するので，他に比較して最も大きな誘導起電力が発生する。

コメント：磁場中のコイルに発生する誘導起電力は，コイル面内の磁束変化による。磁束変化が最大のものを求めることが問題である。そのためには，導線によって発生する磁場を的確に理解しなければならない。やや分りにくい図なので，説明文と図を落着いて読み取ること。

問３　③　難易度B

速さが20m/s，図３から波長が40mだから，振動数は0.5［1/s］である。周期は2sだから③か④。図３で$x=15$mでは5m(0.25s)波が進むと変位が最大になるから，答は③。

コメント：波動の問題では特にグラフから現象を理解する能力，グラフを読み取る能力が求められる。

問４　②　難易度B

小球がxに達したとき，Bを支点とした力のモーメントがつりあう。Bより左の力のモーメントと右の力のモーメントを等しいとおいて，

$$\frac{Mg(l_1+l_2)}{l_1+2l_2}\times\frac{l_1+l_2}{2}=mgx+\frac{Mgl_2}{l_1+2l_2}\times\frac{l_2}{2}$$

これを解くと$x=\dfrac{M}{2m}l_1$。

問５　⑦　難易度C

水の温度上昇に使われた電気エネルギーの割合

$$=\frac{\text{水の温度上昇のエネルギー}}{\text{消費した電気エネルギー}}=\frac{(94-14)\times 360\times 4.2}{800\times 3\times 60}=0.84$$

問６　⑥　難易度B

ＡＢ間に節のない定常波の波長をλ_0とすれば，$\lambda_0=2L$だから，$v=f_0\lambda_0=2f_0L$

ＡＢ間に節が一つある場合の定常波の波長をλとすれば，$\lambda=L$だから，$f\lambda=fL=v=2f_0L$だから，$f=2f_0$

第２問

A問１　⑥　難易度C

$$2次コイルに発生する電圧=\frac{2次コイルの巻き数}{1次コイルの巻き数}\times 1次コイルに加えた電圧$$　だから，

1次コイルの巻き数：2次コイルの巻き数＝1次コイルの電圧：2次コイルの電圧

＝6600：100＝66：1

問２　②　①　難易度C

電力＝電圧×電流　だから，送電電圧が10倍になれば，送電線を流れる電流は$\frac{1}{10}$になる。送電線の抵抗によって熱として失われる電力は（電流の２乗）×（抵抗）だから，$\frac{1}{100}$になる。

B　問３　③　難易度B

抵抗の両端の電圧をV，電流をIとすれば，キルヒホッフの法則により，$V=E-Ir$　である。グラフから，$I=0$のとき$V=E=1.4$ [V]，直線の傾き$-r$は-0.5と読み取れるから，$r=0.5$ [Ω]である。

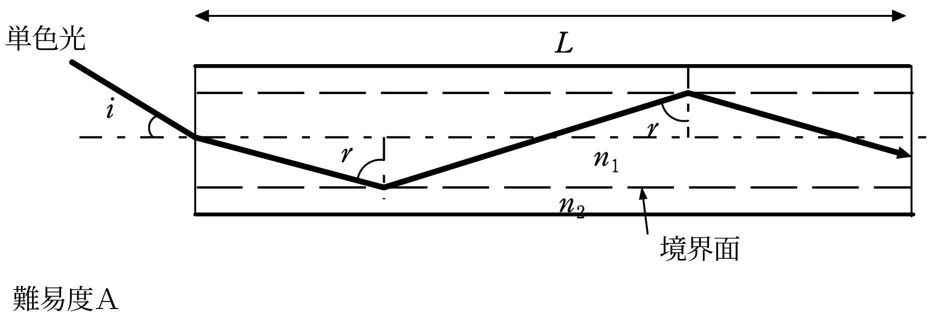
問４　②　④　難易度B

この場合，検流計に電流が流れないので，電池を含む右側のＢからＣにいたる回路の抵抗は実質的に無限大と見なせる。したがって，ＢＣ間の抵抗は抵抗線の抵抗となり，$R\frac{x}{L}$ である。キルヒホッフの法則により，抵抗線の回路のＢＣ間の電圧上昇と電池による電圧上昇とが等しいので，ＢＣ間の電圧は電池の電圧Eである。

第３問

A　問１　⑤　難易度B

長さLのファイバー中を反射角rで進む光の経路長は下図から　$\frac{L}{\sin r}$，一方ファイバー中の光速は$\frac{c}{n_1}$だから，入射してから反対側の端面に到達するまでの時間は$\frac{L}{\sin r}\div\frac{c}{n_1}=\frac{n_1 L}{c\sin r}$

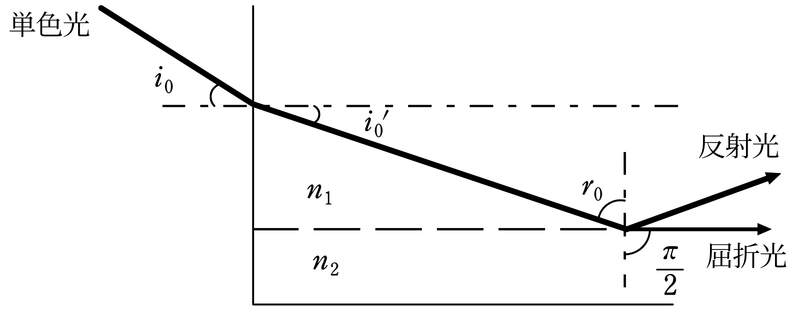


問２　④　難易度A

入射角i_0に対する屈折角をi_0'とすれば屈折の法則により　$\frac{\sin i_0}{\sin i_0'}=n_1$，　$\frac{\sin r_0}{\sin\frac{\pi}{2}}=\sin r_0=\frac{n_2}{n_1}$

$\sin i_0 = n_1 \sin i_0{}' = n_1 \cos r_0 = n_1\sqrt{1-(\sin r_0)^2} = \sqrt{n_1{}^2 - n_2{}^2}$

コメント：図に示すように全反射が起き始める角度を臨界角と呼び，屈折角が90°となり，屈折光が境界面を伝播する。臨界角以上になると屈折光は存在せず，境界面で全反射する。問１もそうだが，光波の屈折の法則，屈折率と光速の関係は基礎知識として的確に理解記憶しておこう。



Ｂ　問３　⑤　難易度Ａ

直線ＡＢ上の点Ｃが波が強めあう点とする。$a=$ ＡＣ，$b=$ ＣＢとすれば，

$a+b=d=3.3\lambda$，$a-b=m\lambda-0.5\lambda$　だから，$2a=m\lambda+2.8\lambda$となる。ただしmは整数。

$a=\frac{m}{2}\lambda+1.4\lambda$，しかるに$0 \leqq a \leqq 3.3\lambda$だから，これを満足する$m$は0，±1，±2，3である。すなわち，ＡＢ間には6個の波が強め合う点があるということになる。それは⑤である。

コメント；波源Ａ，Ｂが逆位相で振動しているので，ＡとＢから等距離の点は弱めあう。②，④，⑥は棄却される。ＡとＢからの経路差が半波長差すなわち0.5λの点が強めあうので，それらはＡＢの中点から$\pm 0.5\lambda$，$\pm 0.15\lambda$，$\pm 2.5\lambda$，の6点あると考察すれば，⑤を迅速に選択できる。

問４　③　⑥　難易度Ｂ

経路差（ＰＡ－ＰＢ）$= d\cos\theta = m\lambda$がＡからの波とＢからの波が強めあう条件である。

$3.3\lambda\cos\theta = m\lambda$だから，$\cos\theta = \frac{m}{3.3}$ となり，これを満足するθは$0 \leqq \theta < 180°$の範囲で$m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$と7個ある。$180° \leqq \theta < 360°$の範囲に同数あるから，全部で14個ある。$180° \leqq \theta < 360°$の範囲にも解のあることをうっかり失念しないこと。

第４問

Ａ　問１　①　難易度Ｃ

ピストンのつりあいを考える。ピストンには下方へP_1S+Mg，上方へP_0S　の力が働く。これらを等しいとおけば，$P_1 = P_0 - \frac{Mg}{S}$ を得る。

問２　②　難易度Ｂ

図２および図３のシリンダー内の体積をそれぞれV_1とV_2とする。気体の状態方程式はそれぞれ

$P_1V_1 = nRT_0$，$P_0V_2 = nRT_0$　だから，$P_1V_1 = P_0V_2$ である。したがって，

$\dfrac{V_2}{V_1}=\dfrac{P_1}{P_0}$　となる。

問３　②　難易度Ｂ

シリンダーＡは等温圧縮，Ｂは断熱圧縮だから，図５からも分るように，$T_B > T_0$

シリンダーＡとＢの気体の状態方程式について，$P_A V_A = nRT_0 < nRT_B = P_B V_B$　，$P_A = P_B$だから $V_A < V_B$となる。

コメント：断熱圧縮では，気体の温度は上昇する。これは気体の密度が高くなる上に，熱が逃げないので気体分子の運動量が維持されるためである。また互いに押し合うので，シリンダーＡとＢの気体の圧力は等しいことに着目する。

Ｂ　問４　⑥　難易度Ｂ

ばねが最も縮んだときは小物体の速さは0であるから，ばねの変位をxとすればエネルギー保存則により，$\dfrac{mv^2}{2}=\dfrac{kx^2}{2}$ 。したがって$x=\sqrt{\dfrac{m}{k}}\,v$ だから，ばねの長さは $l-\sqrt{\dfrac{m}{k}}\,v$ となる。

問５　①　難易度Ｃ

最高点の高さをhとすれば，エネルギー保存則により，$mgh=\dfrac{mv^2}{2}$だから，$h=\dfrac{v^2}{2g}$

問６　⑤　難易度Ａ

ばねに接触するまでは，等速運動だから加速度は0。ばねを押すにつれ，ばねから変位に比例する負方向の加速度を受ける。②，④，⑥は一定の加速度が働いているので，棄却される。ばねが縮んだ後，自然長に戻るまで，負方向への加速度は次第に減少し，0となる。斜面を登り始めると，正方向へ重力の加速度の斜面方向成分が働く。これは一定である。したがって，⑤が妥当である。

コメント：この実験の物理過程を的確に理解できるかを問う問題なので，難易度Ａとした。ばねによる加速度は変位に比例するので，一定の加速度となっている②，④，⑥が棄却されると判断する。さらに斜面では一定の重力の加速度が働くので，①，③が棄却されると判断する。

Ｃ　問７　④　難易度Ｂ

頂角θ_1で（物体Ｂの重力）と（物体Ａの斜面方向の重力と静止摩擦力の和）がつりあうので，

$mg=Mg\cos\theta_1+\mu Mg\sin\theta_1$，したがって $\dfrac{m}{M}=\cos\theta_1+\mu\sin\theta_1$

問８　⑥　難易度Ａ

エネルギー保存則により考察する。

（物体Ｂが距離h下降して失った位置エネルギー）＝（物体Ｂの運動エネルギー）＋（物体Ａの運動エネルギー）＋（物体Ａが面上を移動して失った摩擦による熱エネルギー）だから，

$mgh=\dfrac{mv^2}{2}+\dfrac{Mv^2}{2}+\mu' Mgh$，したがって　$v=\sqrt{\dfrac{2gh(m-\mu' M)}{m+M}}$

コメント：エネルギー保存則を使うと考えると良い。摩擦によって熱が発生しエネルギーを失うが，それは（摩擦力）×（移動距離）であることに注意する。

運動方程式によって解くこともできる。物体Bの運動方程式は$ma=mg-T$，物体Aの運動方程式は$Ma=T-\mu' Mg$，aは加速度，Tは糸の張力である。両式を足してTを消去すれば，

$(m+M)a=mg-\mu' Mg$，したがって$v=\dfrac{m-\mu' M}{m+M}gt$，$h=\dfrac{m-\mu' M}{2(m+M)}gt^2$となり，

$t=\sqrt{\dfrac{2h(m+M)}{(m-\mu' M)g}}$ だから，$v=\sqrt{\dfrac{2gh(m-\mu' M)}{m+M}}$ となる。

運動方程式の速度，距離，時間の関係を的確に覚えていれば良いが，やや煩瑣である。