平成 16 年度

技術士第一次試験　共通科目

物理　　　＊＊＊　解説と解答　＊＊＊

1.　表面上の加速度を g とすると、万有引力の公式により

添字　M は火星、E は地球を示す。

$$mg_M = \frac{GM_M m}{{r_M}^2},\ mg_E = \frac{GM_E m}{{r_E}^2}$$

$$\frac{g_M}{g_E} = \frac{M_M}{M_E}(\frac{r_E}{r_M})^2 = \frac{0.107}{0.533^2} = 0.377$$

従って解答は④

2.　A 点では糸が切れているため、おもりには全ての力が作用していない。またおもりの速度は接線方向であるため、糸が切れた瞬間より考えると、その後の錘には、力が作用しない質点系の運動で、初期条件は接線方向速度で考えればよい。

従って解答は②

3.　板 AB の重心は A 端から 3.0/2＝1.5m　即ち支点から右側 0.2m の位置にある。
この状態での左右のモーメントの釣合いを計算する。

$$50\times1.2 = 20\times0.2 + 40x$$

$$x = \frac{50\times1.2 - 20\times0.2}{40} = 1.4$$

従って解答は③

4.　斜面上の質点の運動方程式は

$$\ddot{x} = mg\sin\theta \qquad x = \frac{1}{2}t^2 mg\sin\theta$$

滑る距離は同一の場合の時間を求める。

$$\frac{1}{2}t_1^2 mg\sin\theta_1 = \frac{1}{2}t_2^2 mg\sin\theta_2,\ \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta 1}}$$

従って、解答は⑤

5.　保存系の場合は、運動量および角運動量は保存される。

この場合、Iω＝一定で考える。

$$\frac{1}{2}M_1 a_1^2\omega_1 + \frac{1}{2}M_2 a_2^2\omega_2 = (\frac{1}{2}M_1 a_1^2 + \frac{1}{2}M_2 a_2^2)\omega$$

$$\omega = \frac{\frac{1}{2}M_1 a_1^2\omega_1 + \frac{1}{2}M_2 a_2^2\omega_2}{(\frac{1}{2}M_1 a_1^2 + \frac{1}{2}M_2 a_2^2)} = \frac{M_1 a_1^2\omega_1 + M_2 a_2^2\omega_2}{(M_1 a_1^2 + M_2 a_2^2)}$$

従って解答は⑤

6.　正と負電荷による電位 V は

$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})$　　である、即ち r_1 と r_2 が等しい点では電位は０である。

これを模式的にあらわすと、等距離線での鏡像関係になる。

従って解答は①

7.

8.　キルヒホッフの法則を適用する。

検流計に流れる電流を i_G とし、それぞれの抵抗に流れる電流を $i_{1,2,3,4}$ 、電源の電流を i とする。

$i = i_1 + i_4 = i_2 + i_3,\ i_1 = i_2 + i_G,\ i_2 = i_4 + i_G$

$R_1 i_1 + R_2 i_2 = V,\ R_4 i_4 + R_3 i_3 = V$

$(R_1 - R_3) i_G = (R_4 + R_3) i_4 - (R_1 + R_2) i_2$

検流計に電流が流れない場合は　$i_G = 0$、

$R_1 i_1 = R_4 i_4,\quad R_2 i_2 = R_3 i_3$

$(R_1 + R_2) R_3 = (R_3 + R_4) R_2,\quad \therefore R_1 R_3 = R_2 R_4$

従って解答は②

9.　a に５A、b に 20A　流れる条件で考える。

$$20R_b = 5(R_a + 10),\quad R_a = \frac{20R_b - 50}{5} = 4R_b - 10$$

これに択一解答条件を当てはめると、$R_b = 5\Omega$、$R_a = 10\Omega$ が適合する。従って解答は⑤

10.　平行平板コンデンサの特性式で考えればよい。

面積 S、距離ｄ、電界の強さ E、電位差 E とすると、

$\varepsilon_0 E = \frac{Q}{S},\ V = Ed = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} d$ 、Q が最初に与えられて一定であるから

電界 E は変化せず、電圧 V は距離に比例して大きくなる。

従って、解答は①

11.　ビオーバサールの法則により、直線導体に流れる電流を I とすると

$H = \frac{1}{2\pi}\frac{I}{r}$　　この磁界は右ネジの進む方向に同心円状に発生する。

従って、解答は③

12.　天体の速度が光の速度に比べかなり遅いので相対性原理の効果を無視すれば、音速に関するドップラー効果と同一で計算できるとする。

光の速度を c、天体の速度を V（近づく場合を正）、静止時の振動数 ν_0、移動時の振動数を ν とすると、

$\nu = \frac{c}{c - V}\nu_0,\ \frac{\nu}{\nu_0} = \frac{1}{1 - \frac{V}{c}},\quad \lambda = \frac{c}{\nu}$　　波長：λ

これより波長と天体の速度の関係を求める。

$$\frac{\lambda}{\lambda_0}=1-\frac{V}{c},\ \ V=c(1-\frac{\lambda}{\lambda_0}),\quad \frac{\lambda}{\lambda_0}=1.03,\ V=-0.03c$$

V が負であり天体が遠ざかっていることを示す。
従って解答は②

13. 張力 T の弦の振動方程式は単位長さ当りの質量をσとすると

$$\sigma\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}=T\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$ ここで、時間関数 H(t)と位置関数 Y(x)に変数分離して解く。

$$c^2=\frac{\sigma}{T},\ \ c^2\ddot{H}(t)Y(x)=H(t)Y''(x),\ \ c^2\frac{\ddot{H}}{H}=\frac{Y''}{Y}=\lambda$$
$$c^2\ddot{H}=\lambda H,\ \ Y''=\lambda Y$$

ここで、時間成分は振動成分のため　$H=H_0e^{i\omega t}$　と仮定できる。

$\lambda=-c^2\omega^2$　として、位置関数を求めると

$Y=A\sin c\omega x+B\cos c\omega x$　A,B は境界条件　x＝０、L で Y=0 より決まる。

B=0,であるから $c\omega L=n\pi, n=1,2,3....$　これよりωは

$$\omega=\frac{n\pi}{L}\sqrt{\frac{T}{\sigma}},\ \ \omega=2\pi f,\ \therefore f=\frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\sigma}}$$

弦を伝わる横波の速度ｖは　波長λ＝2L であるから　ｖ＝ｆλであり

$v=n\sqrt{\frac{T}{\sigma}}$　となる。従って解答は④

14. 気柱の共鳴振動数ｆは、その半波長λ/2 が気柱長さ L に等しいので

$$\lambda=2L,\ \ f=\frac{v}{\lambda}=\frac{v}{2L}$$

速度が気温により変化すると、共鳴振動数は音速ｖに比例するから

$$\frac{f_2}{f_1}=\frac{v_2}{v_1},\quad f_2=f_1\frac{v_2}{v_1}=1000\frac{331.5+0.6\times24}{331.5+0.6\times20}=1007$$

従って解答は⑤

15. 結晶のｘ線干渉でのブラッグの条件であり、
表面入射ｘ線とその下層へのｘ線入射との光線路線長の差は 2dsinθが波長λの整数倍であることである。従って解答は④

16. エントロピーの変化は、エントロピーを S,熱量を Q、温度（絶対温度）を T とすると

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{1000 \times 0.54}{273.15 + 100} = 1.447\ kcal / K$$

また水が蒸発する場合はエントロピーは増大するので変化は正

従って、解答は④

17.　気体のする仕事Ｗは　W=PdV　一方　理想気体の状態式は　PV=RT である。

これを微分して、ＰｄＶ+dＰＶ=ＲｄＴ、圧力一定ではｄＰ=0、従って pdV＝RdT

W=PdV=RdT　、またマイヤーの法則より $R=C_p－C_v$ である。

これより、W＝（20.9－12.6）×20＝8.3×20＝166　J

従って解答は①

18.　原子核のα崩壊は陽子２個、中性子２個　質量数４の放出であり、β崩壊は単純には

中性子が陽子に変化する過程において電子と中性微子を放出する。

ウラン 238 が鉛 206 になると、質量数Ａは A=238－206＝32

原子数（陽子数）Z＝92－82＝10　減少する。

この場合ではα粒子は 32/4＝8　放出するため､陽子は 8×２＝16 減少するはずである。陽子数の変化は 10 であるから、その差　16－10＝6　が中中性子が陽子に変化した、即ちβ崩壊した数である。

従って解答は③

19.　ブラウン運動は、顕微鏡下で花粉が不規則に運動する現象で、1827 年に英国のロバート・ブラウンが発見したものである。

これは水の分子の熱運動によるものである。

従って解答は①

20.　ｘ線の透過吸収は、単純モデルで考えると、厚さｔをｎ等分しｎを無限大とすると

吸収率をμ、初期強度を X$_0$　とすれば　n 層目の透過強度 X は$X = X_0(1-\mu\frac{t}{n})^n$

従って$\lim_{x\to\infty}(1-\mu\frac{t}{n})^n = e^{-\mu t}$、厚さ 2 .0mm　で透過強度 50%（吸収率も 50%）

であるから、$-\mu t = \log 0.5 = -0.6931, \quad \mu = -\frac{-0.6931}{2.0} = 0.3466$

吸収率 75%、即ち透過強度 25%の場合の厚さ t は

$t = \frac{\log 0.25}{-\mu} = \frac{-1.386}{-0.3466} = 4.0\,mm$　　　従って解答は④

これは、前記透過減衰の式を求めなくとも、半減する厚さが 2.0mm であり

吸収率 75%は透過率 25%であるので、05×0.5＝0.25 のため、更に半減するあつさは 2.0mm,、即ち 20.＋2.0＝4.0mm　となる。