物 理 基 礎

第１問　以下の文章を読み，解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{12}$ にあてはまる最も適当なものを，それぞれあとの **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，$\boxed{12}$ は **a** ～ **c** のうちから一つ選べ。

図１に示すコースでのスキーの滑走を考える。スキー選手は質量 m の質点で，摩擦や空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。点Ａからなめらかな曲面を高さ h だけ下った位置に点Ｂがある。点Ｂの直前で曲面は水平方向を向き，点Ｂから傾角 θ（$0° < \theta < 90°$）のなめらかな斜面に変わる。点Ａに選手がいるとき，点Ｂを基準にした選手の重力による位置エネルギーは $\boxed{1}$ である。選手は点Ａから静かにすべり始め，点Ｂに達した時刻を０とする。このとき，点Ｂでの選手の速さ v_0 は，$v_0 = \boxed{2}$ となる。

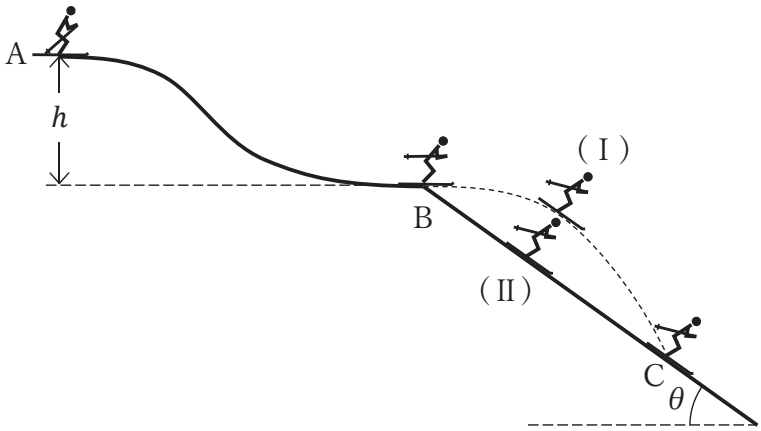

図１

まず，点Ｂから速さ v_0 で水平に飛び出す場合を考える（Ⅰ）。選手が斜面に着地する時刻を t，位置を点Ｃとする。この間，選手が移動した水平方向の距離は $\boxed{3}$，垂直方向の距離は $\boxed{4}$ であるので，$t = \boxed{5}$ となる。また，BC 間の直線距離は $\boxed{6}$ となる。

次に，AB 間を同様にすべり，点Ｂで減速せずなめらかに速度の向きを斜面と平行な方向に変え，斜面を下る場合を考える（Ⅱ）。BC 間で選手には斜面と平行な方向に $a = \boxed{7}$ の大きさの加速度 a がはたらく。選手が点Ｃに到達する時刻を t' とすると，BC 間の直線距離は $\boxed{8}$ である。$\boxed{6} = \boxed{8}$ より，$t' = \boxed{9}$ となる。

$\theta = 45°$，$\sqrt{2} = 1.41$，$\sqrt{5} = 2.24$ とすると，$t = \boxed{10}\dfrac{v_0}{g}$，$t' \fallingdotseq \boxed{11}\dfrac{v_0}{g}$ となるので，点Ｃに到達する時刻は $\boxed{12}$ ことがわかる。

解答群

解答番号 $\boxed{1}$

[a 0　b $-mg$　c mg　d $-mgh$　e mgh]

解答番号 $\boxed{2}$

[a $\sqrt{gh}$　b $\sqrt{2gh}$　c gh　d $2gh$　e gh^2]

解答番号 $\boxed{3}$

[a $v_0 t$　b gt　c $v_0 + gt$　d $\frac{1}{2}gt^2$　e $v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$]

解答番号 $\boxed{4}$

[a $v_0 t$　b gt　c $v_0 + gt$　d $\frac{1}{2}gt^2$　e $v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$]

解答番号 $\boxed{5}$

[a $\frac{v_0 \tan\theta}{2g}$　b $\frac{v_0 \tan\theta}{g}$　c $\frac{2v_0 \tan\theta}{g}$　d $\frac{v_0}{2g\tan\theta}$　e $\frac{2v_0}{g\tan\theta}$]

解答番号 $\boxed{6}$

[a $\frac{2v_0}{g\cos\theta}$　b $\frac{2v_0 \tan\theta}{g\cos\theta}$　c $\frac{2v_0^2}{g\cos\theta}$　d $\frac{2v_0^2 \tan\theta}{g\cos\theta}$　e $\frac{2v_0^2 \sin\theta}{g}$]

解答番号 $\boxed{7}$

[a g　b $g\sin\theta$　c $g\cos\theta$　d $g\tan\theta$　e $\frac{g}{\cos\theta}$]

解答番号 $\boxed{8}$

[a $v_0 t'$　b $v_0 t' \sin\theta$　c $v_0 t' + \frac{1}{2}at'^2$
d $v_0 t' \sin\theta + \frac{1}{2}at'^2$　e $v_0 t' \cos\theta + \frac{1}{2}at'^2$]

解答番号 9

[a $\dfrac{v_0(\sqrt{1+4\tan^2\theta}-1)}{g}$　　b $\dfrac{v_0(\sqrt{1+4\tan^2\theta}-1)}{g\sin\theta}$

c $\dfrac{v_0(\sqrt{1+4\tan^2\theta}-1)}{g\cos\theta}$　　d $\dfrac{v_0(\sqrt{1+4\tan^2\theta}+1)}{g\sin\theta}$

e $\dfrac{v_0(\sqrt{1+4\tan^2\theta}+1)}{g\cos\theta}$]

解答番号 10

[a 0.88　b 1.24　c 1.75　d 2.00　e 4.57]

解答番号 11

[a 0.88　b 1.24　c 1.75　d 2.00　e 4.57]

解答番号 12

[a （Ⅰ）の方が早い　b （Ⅱ）の方が早い　c （Ⅰ）と（Ⅱ）で差がない]

第２問　以下の文章を読み，解答番号 $\boxed{13}$ ～ $\boxed{22}$ にあてはまる最も適当なものを，それぞれあとの **a** ～ **e** のうちから一つ選べ。ただし，$\sqrt{2} = 1.41$ とする。

３種類の立方体の導体（A，B，C）がある。このそれぞれの導体の向かい合う１対の面に対して電圧をかけたところ電流が流れ，各導体の電圧と電流の関係は図２のようになった。

導体Ａの抵抗値は $\boxed{13}$ Ω，導体Ｂの抵抗値は $\boxed{14}$ Ω，導体Ｃの抵抗値は $\boxed{15}$ Ω である。また，導体Ａと同じ材質で体積がＡの $2\sqrt{2}$ 倍である立方体の導体Ａ′を作成した。Ａ′の向かい合う面の間の抵抗値は $\boxed{16}$ Ω となる。さらに，導体Ｃと同じ材質で体積がＣの８倍である立方体の導体Ｃ′を作成した。Ｃ′の向かい合う面の間の抵抗値は $\boxed{17}$ Ω となる。

図３のように，導体Ｂを４個並べたときの両端（①と②の間）の抵抗値は $\boxed{18}$ Ω である。

図４のように，４個の導体Ａと１個の導体Ｃを直列に並べ，これに起電力 5.8 V の直流電源と直流電流計を接続する回路を作成した。この回路の電流計の値は $\boxed{19}$ A である。また，すべての導体ＡをＡ′に置き換えたとき，この回路の電流計の値は $\boxed{20}$ A となる。

図５のように，４個の導体Ｂを直列に並べた物体と，４個の導体Ｃを直列に並べた物体を並列に接続し，これに起電力 8.0 V の直流電源と直流電流計を接続する回路を作成した。この回路の電流計の値は $\boxed{21}$ A である。また，すべての導体ＣをＣ′に置き換えたとき，この回路の電流計の値は $\boxed{22}$ A となる。

ただし，すべての配線の電気抵抗や物体の接触抵抗，および直流電源や直流電流計の内部抵抗は無視できるものとする。

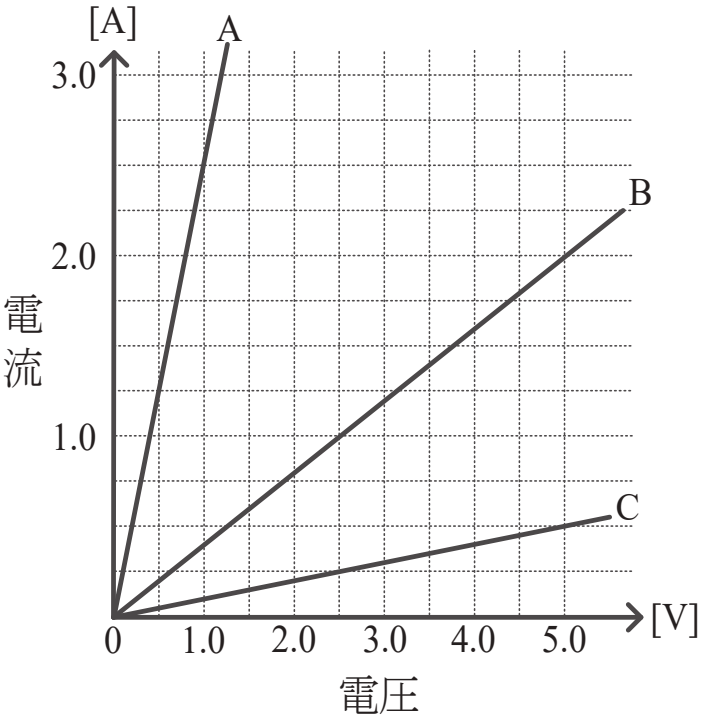

図２

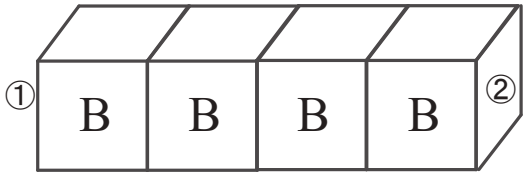

図 3

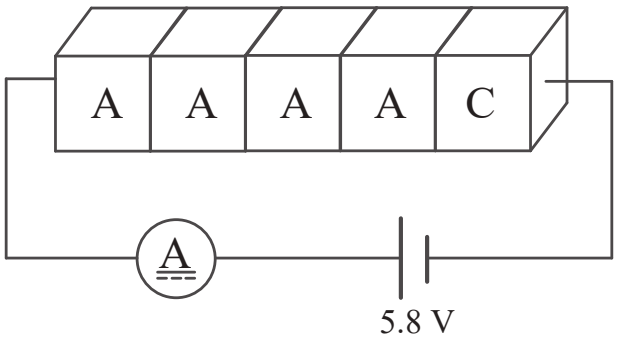

図 4

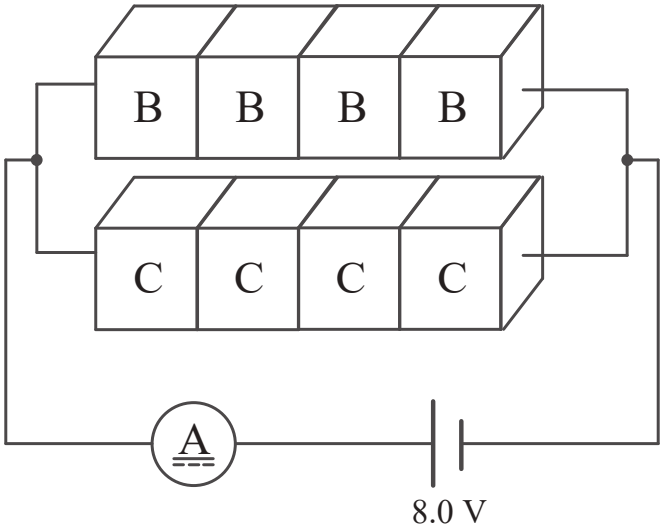

図 5

解答群

解答番号 13

[a 0.20　b 0.40　c 2.5　d 4.0　e 40]

解答番号 14

[a 0.40　b 1.0　c 1.3　d 2.0　e 2.5]

解答番号 15

[a 0.10　b 0.50　c 1.0　d 5.0　e 10]

解答番号 16

[a 0.20　b 0.28　c 0.40　d 0.56　e 0.80]

解答番号 17

[a 0.50　b 1.0　c 2.0　d 5.0　e 10]

解答番号 18

[a 10　b 25　c 40　d 75　e 80]

解答番号 19

[a 0.16　b 0.32　c 0.50　d 0.75　e 1.0]

解答番号 20

[a 0.12　b 0.22　c 0.32　d 0.42　e 0.52]

解答番号 21

[a 0.10　b 0.20　c 0.30　d 0.50　e 1.0]

解答番号 22

[a 0.60　b 0.80　c 1.0　d 1.2　e 1.4]