2011 年四川理综

1. 气体能够充满密闭容器，说明气体分子除相互碰撞的短暂时间外（C）

   A. 气体分子可以做布朗运动

   B. 气体分子的动能都一样大

   C. 相互作用力十分微弱，气体分子可以自由运动

   D. 相互作用力十分微弱，气体分子间的距离都一样大

   > 布朗运动是微小颗粒的无规则运动，而不是分子的运动，A 错误；同一温度下，每个气体分子速率不一定相同，其气体分子动能不一定一样大，B 错误；气体分子之间的距离远大于分子力的作用范围，分子力可以认为十分微弱，分子可以自由移动，但分子与分子之间的距离还是不一样大，C 正确，D 错误。

2. 下列说法正确的是（A）

   A. 甲乙在同一明亮空间，甲从平面镜中看见乙的眼睛时，乙一定能从镜中看见甲的眼睛

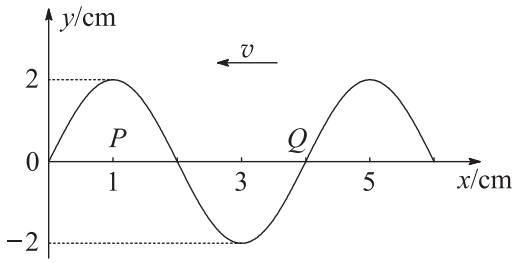
   B. 我们能从某位置通过固定的任意透明介质看见另一侧的所有景物

   C. 可见光的传播速度总是大于电磁波的传播速度

   D. 在介质中光总是沿直线传播

   > 由光路可逆知道 A 正确；由于存在光的全反射，所以不一定从介质看到另一侧的所有景物，B 错误；可见光也是电磁波，它们的速度可以相等，C 错误；只有在同一均匀介质中光才能沿直线传播，D 错误。

3. 如图为一列沿 x 轴负方向传播的简谐横波在 $t=0$ 时的波形图，当 Q 点在 $t=0$ 时的振动状态传到 P 点时，则（B）

   A. $1\,\mathrm{cm}<x<3\,\mathrm{cm}$ 范围内的质点正在向 y 轴的负方向运动

   B. Q 处的质点此时的加速度沿 y 轴的正方向

   C. Q 处的质点此时正在波峰位置

   D. Q 处的质点此时运动到 P 处

由波动图像可知，质点 Q 在 $t=0$ 时刻平衡位置向上振动，所以当 Q 的状态传到 P 时，刚好经历 3/4 周期，Q 处于波谷位置，故 B 正确，C、D 错误；此刻 $1\,\mathrm{cm}<x<3\,\mathrm{cm}$ 范围内的质点均在 x 轴上面，其中 $1\,\mathrm{cm}<x<2\,\mathrm{cm}$ 范围内质点向上运动，$2\,\mathrm{cm}<x<3\,\mathrm{cm}$ 范围内质点向下运动，A 错误。

4. 据报道，天文学家近日发现了一颗距地球 40 ly 的“超级地球”，名为“55 Cancrie”，该行星绕母星（中心天体）运行的周期约为地球绕太阳运行周期的 $\frac{1}{480}$，母星的体积约为太阳的 60 倍。假设母星与太阳密度相同，“55 Cancrie”与地球均做匀速圆周运动，则“55 Cancrie”与地球的（B）

A. 轨道半径之比约为 $\sqrt[3]{\frac{60}{480}}$　　B. 轨道半径之比约为 $\sqrt[3]{\frac{60}{480^2}}$

C. 向心加速度之比约为 $\sqrt[3]{60\times480^2}$　　D. 向心加速度之比约为 $\sqrt[3]{60\times480}$

母星与太阳密度相等，而体积约为 60 倍，说明母星的质量是太阳的 60 倍。由万有引力提供向心力可得 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$，所以 $\frac{M_{母}}{r_1^3}\times\frac{r_2^3}{M_{太}}=\left(\frac{T_{太}}{T_{母}}\right)^2$，代入数据得轨道半径之比约为 $\sqrt[3]{60/480^2}$，B 正确；由加速度 $a=\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ 可得，加速度之比为 $\sqrt[3]{60\times480^4}$，C、D 错误。

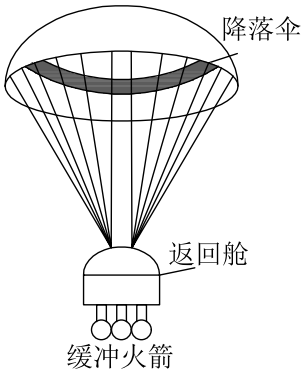
5. 氢原子从能级 m 跃迁到能级 n 时辐射红光的频率为 ν_1，从能级 n 跃迁到能级 k 时吸收紫光的频率为 ν_2，已知普朗克常量为 h，若氢原子从能级 k 跃迁到能级 m，则（D）

A. 吸收光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$　　B. 辐射光子的能量为 $h\nu_1+h\nu_2$

C. 吸收光子的能量为 $h\nu_2-h\nu_1$　　D. 辐射光子的能量为 $h\nu_2-h\nu_1$

由题意可能级 k 处于较高激发态，能级 m 处于较低激发态，而能级 n 处于最低能量状态。所以从能级 k 跃迁到能级 m 时候辐射出光子，能量为 $h\nu_2-h\nu_1$。

6. 如图是“神舟”系列航天飞船返回舱返回地面的示意图，假定其过程可简化为：打开降落伞一段时间后，整个装置匀速下降，为确保安全着陆，需点燃返回舱的缓冲火箭，在火箭喷气过程中返回舱做减速直线运动，则（A）



A. 火箭开始喷气瞬间伞绳对返回舱的拉力变小

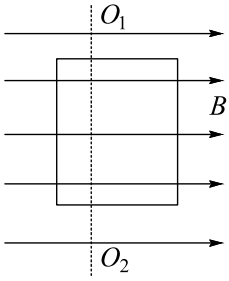
B. 返回舱在喷气过程中减速的主要原因是空气阻力

C. 返回舱在喷气过程中所受合外力可能做正功

D. 返回舱在喷气过程中处于失重状态

> 减速的主要原因是喷出气体，得到反冲作用力，而非空气阻力，B 错误；由动能定理合力做负功，动能减少，减速下降，C 错误；由于减速下降，所以整个舱属于超重状态，D 错误；原来处于平衡状态的返回舱，受到气体向上的反作用力后，绳对返回舱的拉力变小，A 正确。

7. 如图所示，在匀强磁场中匀速转动的矩形线圈的周期为 T，转轴 O_1O_2 垂直于磁场方向，线圈电阻为 $2\,\Omega$。从线圈平面与磁场方向平行时开始计时，线圈转过 60° 时的感应电流为 $1\,\mathrm{A}$。那么 (AC)



A. 线圈消耗的电功率为 $4\,\mathrm{W}$

B. 线圈中感应电流的有效值为 $2\,\mathrm{A}$

C. 任意时刻线圈中的感应电动势为 $e=4\cos\frac{2\pi}{T}t\,\mathrm{V}$

D. 任意时刻穿过线圈的磁通量为 $\Phi=\frac{T}{\pi}\sin\frac{2\pi}{T}t$

> 从图示位置开始计时时，电动势瞬时值满足 $e=NBS\omega\cos\theta=NBS\omega\cos\omega t$，由题意知道，转过 60° 时的电动势为 $2\,\mathrm{V}$，所以电动势最大值为 $4\,\mathrm{V}$，C 选项正确；电流最大值为 $2\,\mathrm{A}$，所以有效值为 $\sqrt{2}\,\mathrm{A}$，B 错误；$P=I^2R=4\,\mathrm{W}$，A 选项正确；$e=NBS\omega\cos\theta$，知道 $2=BS\frac{2\pi}{T}\cos 60^\circ=\frac{\pi}{T}\Phi_{max}$，所以任意时刻的磁通量 $\Phi=\frac{2T}{\pi}\sin\frac{2\pi}{T}t$，A、C 正确。

8. 质量为 m 的带正电小球由空中 A 点无初速度自由下落，在 t 秒末加上竖直向上、范围足够大的匀强电场，再经过 t 秒小球又回到 A 点，不计空气阻力且小球从未落地，则 (BD)

A. 整个过程中小球电势能变化了 $\frac{3}{2}mg^2t^2$

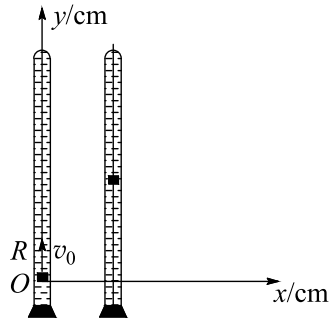
B. 整个过程中小球动量增量的大小为 $2mgt$

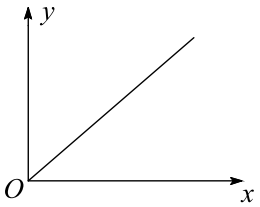
C. 从加电场开始到小球运动到最低点时小球动能变化了 mg^2t^2

D. 从 A 点到最低点小球重力势能变化了 $\frac{2}{3}mg^2t^2$

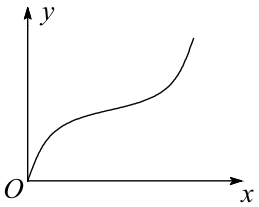
由平均速度关系可知，设下落 t 秒时的速度为 v，再次回到 A 点时的速度大小为 v_x，则满足 $\frac{v}{2}t=\frac{v_x+(-v)}{2}t$，即第二次回到 A 点时的速度大小为下落 t 秒时的 2 倍，上升加速度为自由落体加速度的 3 倍，电场力为重力的 4 倍，由动量定理：$4mgt-2mgt=\Delta P$，B 正确；电场力做功对应电势能变化 $W=Fh=4mg\times\frac{1}{2}gt^2=2mg^2t^2$，A 错误；最低点时小球速度为零，所以加电场开始到最低点时，动能变化了 $\Delta E_k=mg\times\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}mg^2t^2$，C 错误；减速时加速度为自由下落时的 3 倍，所以时间为自由下落的三分之一，总位移为 $h=\frac{1}{2}gt^2+\frac{1}{2}\times 3g\left(\frac{1}{3}t\right)^2=\frac{2}{3}gt^2$，所以重力势能的变化 $\Delta E_p=\frac{2}{3}mg^2t^2$，D 正确。

9. (1)（7 分）某研究性学习小组进行了如下实验：如图所示，在一端封闭的光滑细玻璃管中注满清水，水中放一个红蜡做成的小圆柱体 R。将玻璃管的开口端用胶塞塞紧后竖直倒置且与 y 轴重合，在 R 从坐标原点以速度 $v_0=3\,\mathrm{cm/s}$ 匀速上浮的同时，玻璃管沿 x 轴正方向做初速为零的匀加速直线运动。同学们测出某时刻 R 的坐标为（4，6），此时 R 的速度大小为 5 cm/s，R 在上升过程中运动轨迹的示意图是 (D)。（R 视为质点）

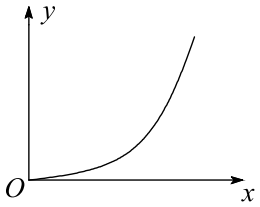




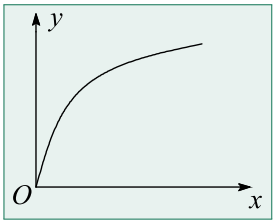
A.



B.



C.



D.

(2)（10 分）为测量一电源的电动势及内阻

① 在下列三个电压表中选一个改装成量程为 9 V 的电压表：

（A）量程为 1 V、内阻大约为 1 kΩ 的电压表 V_1

（B）量程为 2 V、内阻大约为 2 kΩ 的电压表 V_2

（C）量程为 3 V、内阻大约为 3 kΩ 的电压表 V_3

选择电压表V_3串联 6 kΩ 的电阻可以改装成量程为 9 V 的电压表。

② 利用一个电阻箱、一只开关、若干开关导线和改装好的电压表（此表用符号 V_1、V_2 或 V_3 与一个电阻串联来表示，且可视为理想电压表），在虚线框内画出测量电源电动势及内阻的实验原理电路图。



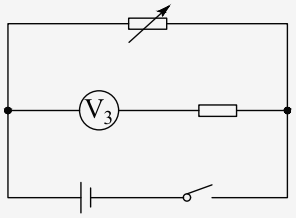
③ 根据以上实验原理电路图进行实验读出电压表示数为 1.50 V 时、电阻箱值为 15.0 Ω；电压表示数为 2.00 V 时、电阻箱的阻值为 40.0 Ω，则电源的电动势 E =7.5 V、内阻 r =10 Ω。

(1) 5 cm/s；D　(2) ① V_3，6；②如图所示；③ $E=7.5\,\mathrm{V}$，$r=10\,\Omega$

（1）运动时间 $t=2\,\mathrm{s}$，所以水平方向平均速度为 $\overline{v}=2\,\mathrm{cm/s}$，瞬时速度为 $v=4\,\mathrm{cm/s}$，由速度合成知此刻 R 的速度大小为 5 cm/s，由曲线运动条件知道 D 正确。

（2）①由后面第三问可知电压表读数会超过 2 V，所以选电压表 V_3 串联一个 6 kΩ 的电阻即可改成量程为 9 V 的电压表。

②如图所示



③由电路图知道电压表读数 1.5 V 时候，路端电压为 3.5 V，读数为 2 V 时，路端电压为 6 V，由 $E=U+Ir$ 代入数据得到 $E=7.5\,\mathrm{V}$，$r=10\,\Omega$。

10. 随着机动车数量的增加，交通安全问题日益凸显。分析交通违法事例，将警示我们遵守交通法规，珍惜生命。一货车严重超载后的总质量为 49 t，以 54 km/h 的速率匀速行驶。发现红灯时司机刹车，货车即做匀减速直线运动，加速度的大小为 2.5 m/s^2（不超载时则为 5 m/s^2）。

(1) 若前方无阻挡，问从刹车到停下来此货车在超载及不超载时分别前进多远？

(2) 若超载货车刹车时正前方 25 m 处停着总质量为 1 t 的轿车，两车将发生碰撞，设相互作用 0.1 s 后获得相同速度，问货车对轿车的平均冲力多大？

(1) 45 m；22.5 m　(2) 9.8×10^4 N

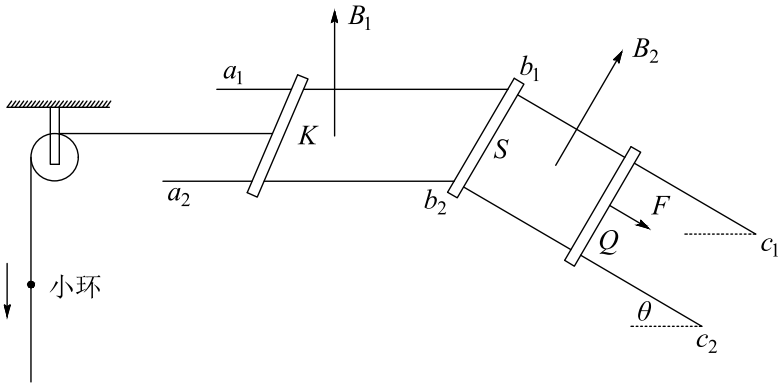
（1）设货车刹车时速度大小为 v_0、加速度大小为 a、末速度为 v_t、刹车距离为 s，$s=\frac{v_0^2-v_t^2}{2a}$，代入数据，得超载时 $s_1=45\,\mathrm{m}$，若不超载 $s_2=22.5\,\mathrm{m}$。

（2）设货车刹车后经 $s'=25\,\mathrm{m}$ 与轿车碰撞时的初速度大小为 v_1，$v_1=\sqrt{v_0^2-2as'}$，设碰撞后两车共同速度为 v_2、货车质量为 M、轿车质量为 m，由动量守恒定律 $Mv_1=(M+m)v_2$，设货车对轿车的作用时间为 Δt、平均冲力大小为 $\overline{F}$，由动量定理 $\overline{F}\Delta t=mv_2$，代入数据得 $\overline{F}=9.8\times10^4$ N。

11. 如图所示，间距 $l=0.3\,\mathrm{m}$ 的平行金属导轨 $a_1b_1c_1$ 和 $a_2b_2c_2$ 分别固定在两个竖直面内，在水平面 $a_1b_1b_2a_2$ 区域内和倾角 $\theta=37^\circ$ 的斜面 $c_1b_1b_2c_2$ 区域内分别有磁感应强度 $B_1=0.4\,\mathrm{T}$、方向竖直向上和 $B_2=1\,\mathrm{T}$、方向垂直于斜面向上的匀强磁场。电阻 $R=0.3\,\Omega$、质量 $m_1=0.1\,\mathrm{kg}$、长为 l 的相同导体杆 K、S、Q 分别放置在导轨上，S 杆的两端固定在 b_1、b_2 点，K、Q 杆可沿导轨无摩擦滑动且始终接触良好。一端系于 K 杆中点的轻绳平行于导轨绕过轻质滑轮自然下垂，绳上穿有质量 $m_2=0.05\,\mathrm{kg}$ 的小环。已知小环以 $a=6\,\mathrm{m/s^2}$ 的加速度沿绳下滑，K 杆保持静止，Q 杆在垂直于杆且沿斜面向下的拉力 F 作用下匀速运动。不计导轨电阻和滑轮摩擦，绳不可伸长。取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$，$\sin37^\circ=0.6$，$\cos37^\circ=0.8$。求：

(1) 小环所受摩擦力的大小；

(2) Q 杆所受拉力的瞬时功率。



(1) 0.2 N　(2) 2 W

（1）设小环受到的摩擦力大小为 F_f，由牛顿第二定律，有 $m_2g-F_f=m_2a$，代入数据，得 $F_f=0.2\,\mathrm{N}$。

（2）设通过 K 杆的电流为 I_1，K 杆受力平衡，有 $F_f=B_1I_1l$，设回路总电流为 I，总电阻为 $R_{总}$，有

$I=2I_1$，$R_{总}=\frac{3}{2}R$，

设 Q 杆下滑速度大小为 v，产生的感应电动势为 E，有

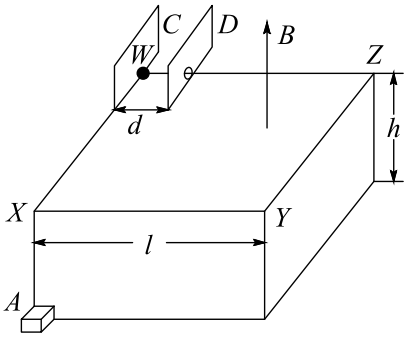
$I=\frac{E}{R_{总}}$，$E=B_2lv$，$F+m_1g\sin\theta=B_2Il$，拉力的瞬时功率为 $P=Fv$，联立以上方程得到 $P=2\,\mathrm{W}$。

12. 如图所示：正方形绝缘光滑水平台面 WXYZ 边长 $l=1.8\,\mathrm{m}$，距地面 $h=0.8\,\mathrm{m}$。平行板电容器的极板 CD 间距 $d=0.1\,\mathrm{m}$ 且垂直放置于台面，C 板位于边界 WX 上，D 板与边界 WZ 相交处有一小孔。电容器外的台面区域内有磁感应强度 $B=1\,\mathrm{T}$、方向竖直向上的匀强磁场。电荷量 $q=5\times10^{-13}\,\mathrm{C}$ 的微粒静止于 W 处，在 CD 间加上恒定电压 $U=2.5\,\mathrm{V}$，板间微粒经电场加速后由 D 板所开小孔进入磁场（微粒始终不与极板接触），然后由 XY 边界离开台面。在微粒离开台面瞬时，静止于 X 正下方水平地面上 A 点的滑块获得一水平速度，在微粒落地时恰好与之相遇。假定微粒在真空中运动、极板间电场视为匀强电场，滑块视为质点，滑块与地面间的动摩擦因数 $\mu=0.2$，取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。

(1) 求微粒在极板间所受电场力的大小并说明两板的极性；

(2) 求由 XY 边界离开台面的微粒的质量范围；

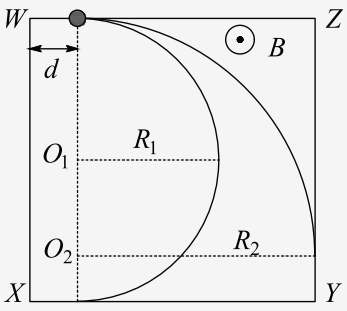
(3) 若微粒质量 $m_0=1\times10^{-13}\,\mathrm{kg}$，求滑块开始运动时所获得的速度。

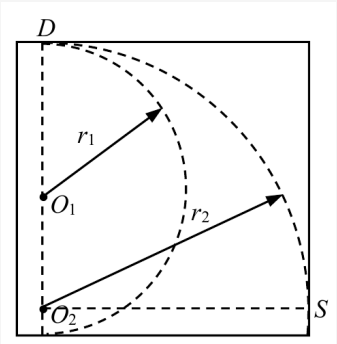


(1) $1.25\times10^{-11}\,\mathrm{N}$；C 板为正极，D 板为负极。 (2) $8.1\times10^{-14}\,\mathrm{kg}<m\leqslant2.89\times10^{-13}\,\mathrm{kg}$
(3) $4.15\,\mathrm{m/s}$，方向与平台前侧面成 53°

（1）微粒在极板间所受电场力大小为 $F=\frac{qU}{d}$，代入数据 $F=1.25\times10^{-11}\,\mathrm{N}$，由微粒在磁场中的运动可判断微粒带正电荷，微粒由极板间电场加速，故 C 板为正极，D 板为负极。

（2）若粒子的质量为 m，刚进入磁场时的速度大小为 v，由动能定理 $qU=\frac{1}{2}mv^2$，微粒在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力充当向心力，若圆周运动半径为 R，有 $qvB=m\frac{v^2}{R}$，微粒要从 XY 边界离开台面，则圆周运动的边缘轨迹如图所示，半径的极小值与极大值为 $R_1=\frac{l}{2}$，$R_2=l-d$，代入数据，有 $8.1\times10^{-14}\,\mathrm{kg}<m\leqslant2.89\times10^{-13}\,\mathrm{kg}$。





（3）如图，微粒在台面以速度为 v 做以 O 点为圆心，R 为半径的圆周运动；从台面边缘 P 点沿与 XY 边界成 θ 角飞出做平抛运动，落地点 Q 点，水平位移 s，下落时间 t。设滑块质量为 M，滑块获得的速度 v_0 后在 t 内与平台前侧面成 φ 角度方向，以加速度 a 做匀减速直线运动到 Q，经过位移为 k。由几何关系，可得 $\cos\theta = \frac{l-R}{R}$，根据平抛运动，$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$，$s = vt$，对于滑块，由牛顿定律及运动学方程，有 $\mu Mg = Ma$，$k = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$，再有余弦定理，$k^2 = s^2 + (d + R\sin\theta)^2 - 2s(d + R\sin\theta)\cos\theta$，及正弦定理，$\frac{\sin\varphi}{s} = \frac{\sin\theta}{k}$，联立，代入数据，解得：$v_0 = 4.15\,\mathrm{m/s}$，$\varphi = \arcsin 0.8$（或 $\varphi = 53°$）。

