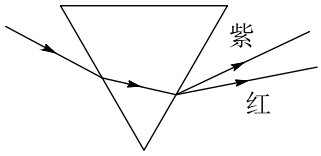
2013 年福建理综

1. 设太阳质量为 M，某行星绕太阳公转周期为 T，轨道可视作半径为 r 的圆。已知万有引力常量为 G，则描述该行星运动的上述物理量满足 (A)

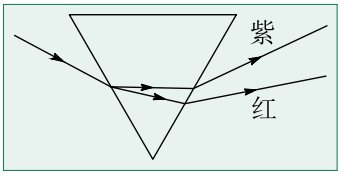
A. $GM=\frac{4\pi^2r^3}{T^2}$　　B. $GM=\frac{4\pi^2r^2}{T^2}$　　C. $GM=\frac{4\pi^2r^2}{T^3}$　　D. $GM=\frac{4\pi r^3}{T^2}$

> 由万有引力提供向心力可知 $G\frac{Mm}{r^2}=m\omega^2r=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，得 $GM=\frac{4\pi^2r^3}{T^2}$，故 A 正确。

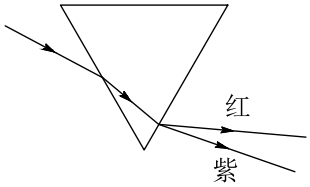
2. 一束由红、紫两色光组成的复色光，从空气斜射向玻璃三棱镜。下面四幅图中能正确表示该复色光经三棱镜分离成两束单色光的是 (B)



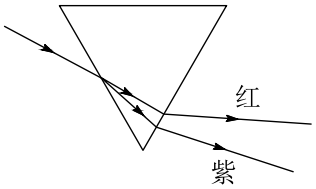
A.



B.



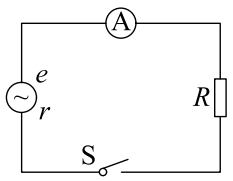
C.



D.

> 一束白光透过三棱镜时，七种单色光从红光到紫光折射率依次增大，偏折角依次增大，并且由折射定律可知每一种色光均向底边偏折，故 B 正确。

3. 如图，实验室一台手摇交流发电机，内阻 $r=1.0\,\Omega$，外接 $R=9.0\,\Omega$ 的电阻。闭合开关 S，当发电机转子以某一转速匀速转动时，产生的电动势 $e=10\sqrt{2}\sin 10\pi t$（V），则 (D)



A. 该交变电流的频率为 10 Hz

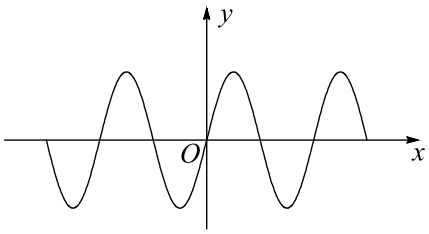
B. 该电动势的有效值为 $10\sqrt{2}$ V

C. 外接电阻 R 所消耗的电功率为 10 W

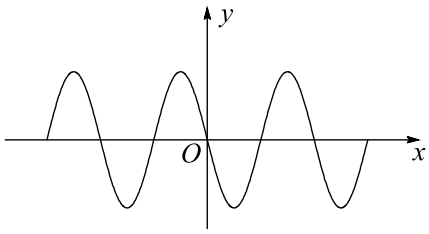
D. 电路中理想交流电流表 A 的示数为 1.0 A

由交变电流的瞬时表达式 $e = E_m \sin \omega t$ 可知 $E_m = 10\sqrt{2}\,\mathrm{V}$，$\omega = 10\pi\,\mathrm{rad/s}$，交变电流的频率为 $\frac{\omega}{2\pi} = 5\,\mathrm{Hz}$，故 A 错误；电动势有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 10\,\mathrm{V}$，故 B 错误；外接电阻 R 所消耗的电功率为 $P = I^2R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = 9\,\mathrm{W}$，故 C 错误；交流电流表测量的是电流的有效值，因此电流表的示数为 $\frac{E}{R+r} = 1.0\,\mathrm{A}$，故 D 正确。

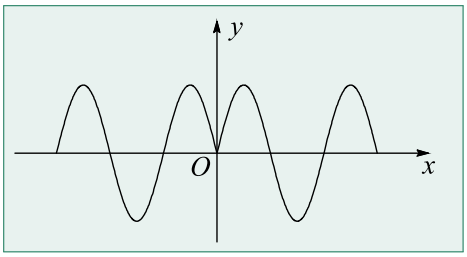
4. 如图，$t = 0$ 时刻，波源在坐标原点从平衡位置沿 y 轴正方向开始振动，振动周期为 0.4 s，在同一均匀介质中形成沿 x 轴正、负两方向传播的简谐横波。下图中能够正确表示 $t = 0.6\,\mathrm{s}$ 时波形的图是 (C)



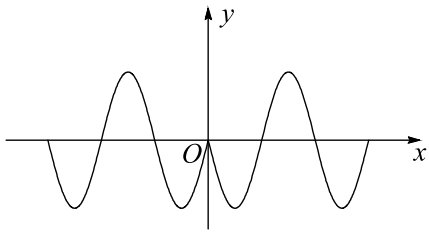
A.



B.



C.



D.

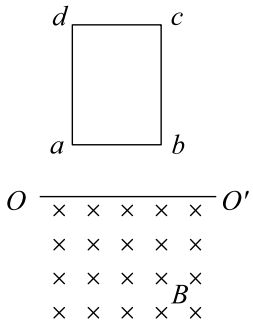
由于机械波向两个方向传播，在 $t = 0.6\,\mathrm{s}$ 时刻左右两个方向均产生 1.5 个周期的波形；在波的传播方向上质点的起振方向均向上，由于波源在原点位置，由对称性可知 C 正确。

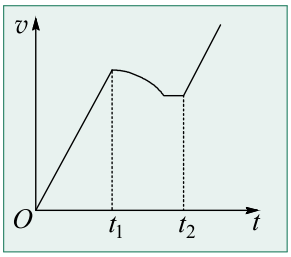
5. 在国际单位制（简称 SI）中，力学和电学的基本单位有：m（米）、kg（千克）、s（秒）、A（安培）。导出单位 V（伏特）用上述基本单位可表示为 (B)

A. $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-4} \cdot A^{-1}}$　　B. $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}}$　　C. $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}}$　　D. $\mathrm{m^2 \cdot kg \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}}$

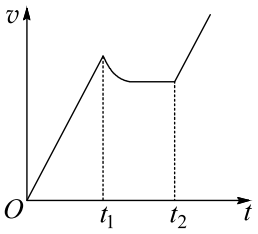
由电场力做功可知 $qU = \frac{1}{2}mv^2$，$U = \frac{mv^2}{2q}$；又 $I = \frac{q}{t}$，则 $U = \frac{mv^2}{2It}$；又 $v = \frac{s}{t}$，所以 $U = \frac{ms^2}{2It^3}$。由国际单位制中质量、位移、电流和时间的单位可知，导出单位 V 可表示为 $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$，故 B 正确。

6. 如图，矩形闭合线框在匀强磁场上方，由不同高度静止释放，用 t_1、t_2 分别表示线框 ab 边和 cd 边刚进入磁场的时刻。线框下落过程形状不变，ab 边始终保持与磁场水平边界 OO' 平行，线框平面与磁场方向垂直。设 OO' 下方磁场区域足够大，不计空气影响，则下列哪一个图像不可能反映线框下落过程中速度 v 随时间 t 变化的规律 (A)

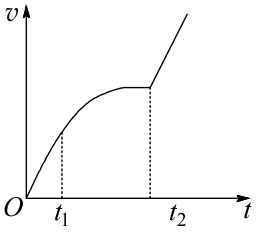




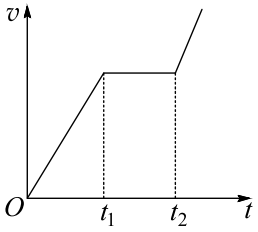
A.



B.



C.



D.

线框进入磁场之前做自由落体运动，速度—时间图象为一条倾斜直线。若线框刚进入磁场时安培力与重力大小相等，即 $mg = \frac{B^2l^2v}{R}$、$v = \frac{mgR}{B^2l^2}$，线框匀速进入磁场；当 cd 边进入磁场后不再产生感应电流，没有安培力作用，线框的加速度为重力加速度，故 D 可能。当 $v > \frac{mgR}{B^2l^2}$ 时，安培力大于重力，ab 边进入磁场后线框做减速运动，由牛顿第二定律可知加速度逐渐减小，当速度减小到 $\frac{mgR}{B^2l^2}$ 时做匀速直线运动，故 B 可能。当 $v < \frac{mgR}{B^2l^2}$ 时，安培力小于重力，线框进入磁场后做加速运动，加速度逐渐减小，当线框完全进入磁场后加速度为重力加速度，故 C 可能。综上，不可能的是 A。

7. (1)（6 分）在“探究恒力做功与动能改变的关系”实验中（装置如图甲）：

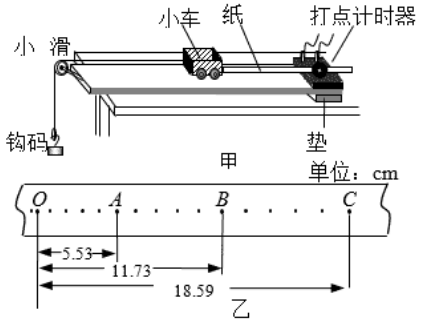
i. 下列说法哪一项是正确的 C。（填选项前字母）

（A）平衡摩擦力时必须将钩码通过细线挂在小车上

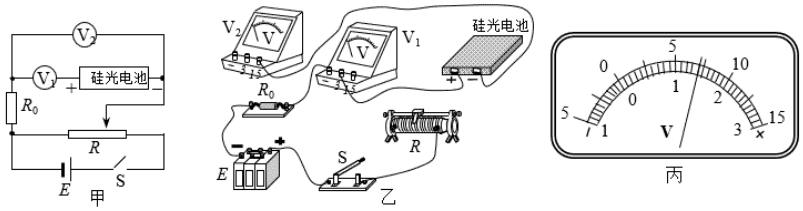
（B）为减小系统误差，应使钩码质量远大于小车质量

（C）实验时，应使小车靠近打点计时器由静止释放

ii. 图乙是实验中获得的一条纸带的一部分，选取 O、A、B、C 计数点，已知打点计时器使用的交流电频率为 50 Hz，则打 B 点时小车的瞬时速度大小为0.653 m/s（保留三位有效数字）。



(2)（12 分）硅光电池在无光照时不产生电能，可视为一电子元件。某实验小组设计如图甲电路，给硅光电池加反向电压（硅光电池负极接高电势点，正极接低电势点），探究其在无光照时的反向伏安特性。图中电压表 V_1 量程选用 3 V，内阻为 6.0 kΩ；电压表 V_2 量程选用 15 V，内阻约为 30 kΩ；R_0 为保护电阻；直流电源电动势 E 约为 12 V，内阻不计。



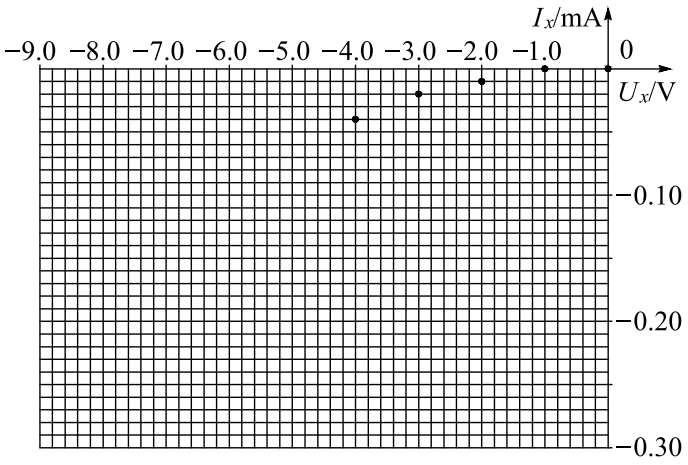
i. 根据图甲，用笔画线代替导线，将图乙连接成完整电路。

ii. 用遮光罩罩住硅光电池，闭合开关 S，调节变阻器 R，读出电压表 V_1、V_2 的示数 U_1、U_2。

iii.（i）某次测量时，电压表 V_1 示数如图丙，则 U_1 =1.40 V，可算出通过硅光电池的反向电流大小为0.23 mA（保留两位小数）。

iv.（ii）该小组测出大量数据，筛选出下表所示的 9 组 U_1、U_2 数据，算出相应的硅光电池两端反向电压 U_x 和通过反向电流 I_x（表中“－”表示反向），并在坐标纸上建立 $I_x - U_x$ 坐标系，标出了与表中前 5 组 U_x、I_x 数据对应的 5 个坐标点。请你标出余下的 4 个坐标点，并绘出 $I_x - U_x$ 图线。

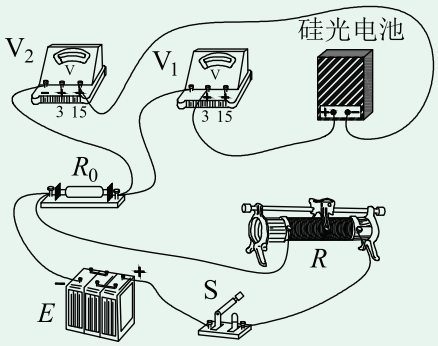
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1/ V	0.00	0.00	0.06	0.12	0.24	0.42	0.72	1.14	1.74
U_2/ V	0.0	1.0	2.1	3.1	4.2	5.4	6.7	8.1	9.7
U_x/ V	0.0	-1.0	-2.0	-3.0	-4.0	-5.0	-6.0	-7.0	-8.0
I_x/ mA	-0.00	-0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.07	-0.12	-0.19	-0.29



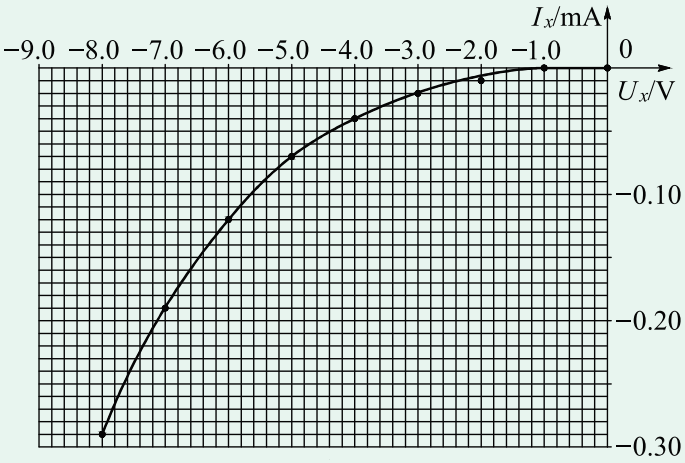
（iii）由 $I_x - U_x$ 图线可知，硅光电池无光照下加反向电压时，I_x 与 U_x 成非线性（填“线性”或“非线性”）关系。

（1）① C；② 0.653 m/s。

（2）①电路连接如图所示。



②（i）$U_1 = 1.40\,\text{V}$，反向电流大小为 0.23 mA；（ii）描点并作图如图所示。



（iii）非线性。

（1）①平衡摩擦力的方法是把不挂钩码的小车轻放在倾斜木板上，使打点计时器在纸带上打出均匀的点迹，故 A 错误；本实验利用绳子的拉力近似等于小车所受合力，因此需要满足钩码的质量远小于小车的质量，故 B 错误；为了保证打出较多的点，实验前应使小车尽量靠近打点计时器，故 C 正确。

② B 点为 A、C 间的中间时刻所打下的点，由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度可知 $v_B = \frac{AC}{2T} = \frac{(18.59-5.53)\times10^{-2}}{0.2}\,\mathrm{m/s} = 0.653\,\mathrm{m/s}$。

（2）①连接电路时要注意滑动变阻器的连接方式为分压式，连线如甲图所示。

②（i）V_1 量程选择 3 V，示数为 1.40 V，根据 V_1 内阻为 6.0 kΩ 可知，硅光电池的反向电流大小为 $\frac{U_1}{R_{V_1}} = \frac{1.4}{6}\,\mathrm{mA} = 0.23\,\mathrm{mA}$。

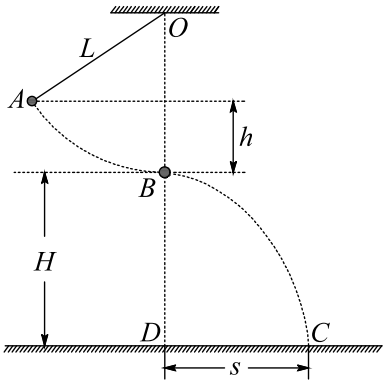
（ii）在描点连线时一定要连成平滑的曲线，图线如答图。

（iii）由描点连线得到的图象可知，硅光电池无光照下加反向电压时，电流和电压成非线性关系。

8. 如图，一不可伸长的轻绳上端悬挂于 O 点，下端系一质量 $m = 1.0\,\mathrm{kg}$ 的小球。现将小球拉到 A 点（保持绳绷直）由静止释放，当它经过 B 点时绳恰好被拉断，小球平抛后落在水平地面上的 C 点。地面上的 D 点与 OB 在同一竖直线上，已知绳长 $L = 1.0\,\mathrm{m}$，B 点离地高度 $H = 1.0\,\mathrm{m}$，A、B 两点的高度差 $h = 0.5\,\mathrm{m}$，重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，不计空气影响，求：

(1) 地面上 DC 两点间的距离 s；

(2) 轻绳所受的最大拉力大小。



(1) $s = 1.41\,\mathrm{m}$　(2) $F = 20\,\mathrm{N}$

（1）小球从 A 到 B 过程机械能守恒，有

$mgh = \frac{1}{2}mv_B^2$ ①，

小球从 B 到 C 做平抛运动，在竖直方向上有

$H=\frac{1}{2}gt^2$ ②，

在水平方向上有

$s=v_Bt$ ③，

由①②③式解得 $s=1.41\,\mathrm{m}$ ④。

（2）小球下摆到达 B 点时，绳的拉力和重力的合力提供向心力，由①有

$F-mg=m\frac{v_B^2}{L}$ ⑤，

由①⑤式解得 $F=20\,\mathrm{N}$。

根据牛顿第三定律 $F'=-F$，轻绳所受的最大拉力为 20 N。

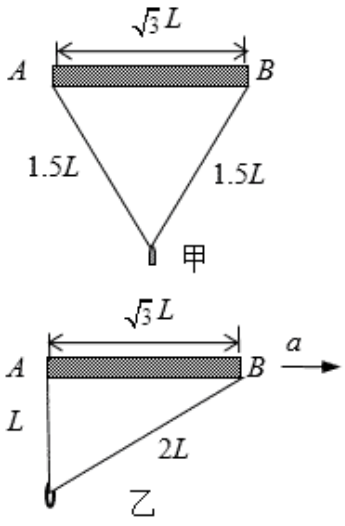
9. 质量为 M、长为 $\sqrt{3}L$ 的杆水平放置，杆两端 A、B 系着长为 $3L$ 的不可伸长且光滑的柔软轻绳，绳上套着一质量为 m 的小铁环。已知重力加速度为 g，不计空气影响。

(1) 现让杆和环均静止悬挂在空中，如图甲，求绳中拉力的大小；

(2) 若杆与环保持相对静止，在空中沿 AB 方向水平向右做匀加速直线运动，此时环恰好悬于 A 端的正下方，如图乙所示。

i. 求此状态下杆的加速度大小 a；

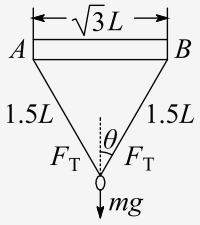
ii. 为保持这种状态需在杆上施加一个多大的外力，方向如何？



(1) $F_T=\frac{\sqrt{6}}{4}mg$　(2) ① $a=\frac{\sqrt{3}}{3}g$；② $F=\frac{2\sqrt{3}}{3}(m+M)g$，方向与水平方向夹角为 60° 斜向右上方。

（1）如图 1，设平衡时，绳中拉力为 F_T，有

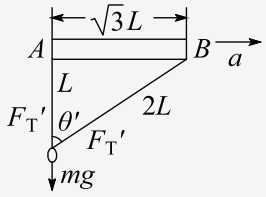
$2F_T\cos\theta-mg=0$ ①，



由图知 $\cos\theta=\frac{\sqrt{6}}{3}$ ②，

由①②式解得 $F_T=\frac{\sqrt{6}}{4}mg$ ③。

（2）①此时，对小铁环受力分析如图 2，有

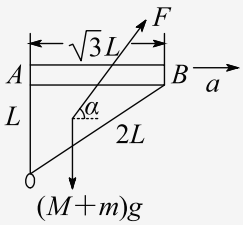


$F_T''\sin\theta'=ma$ ④，

$F_T'+F_T''\cos\theta'-mg=0$ ⑤，

由图知 $\theta'=60°$，代入④⑤式解得 $a=\frac{\sqrt{3}}{3}g$ ⑥。

②如图 3，设外力 F 与水平方向成 α 角，将杆和小铁环当成一个整体，有



$F\cos\alpha=(M+m)a$ ⑦，

$F\sin\alpha-(M+m)g=0$ ⑧，

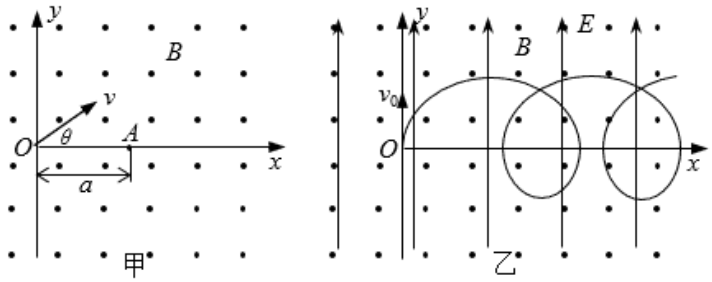
由⑥⑦⑧式解得 $F=\frac{2\sqrt{3}}{3}(m+M)g$，$\tan\alpha=\sqrt{3}$（或 $\alpha=60°$），即与水平方向夹角为 60° 斜向右上方。

10. 如图甲，空间存在一范围足够大的垂直于 xOy 平面向外的匀强磁场，磁感应强度大小为 B。让质量为 m，电量为 q（$q>0$）的粒子从坐标原点 O 沿 xOy 平面以不同的初速度大小和方向入射到该磁场中。不计重力和粒子间的影响。

(1) 若粒子以初速度 v_1 沿 y 轴正向入射，恰好能经过 x 轴上的 A（a，0）点，求 v_1 的大小；

(2) 已知一粒子的初速度大小为 v（$v>v_1$），为使该粒子能经过 A（a，0）点，其入射角 θ（粒子初速度与 x 轴正向的夹角）有几个？并求出对应的 $\sin\theta$ 值；

(3) 如图乙，若在此空间再加入沿 y 轴正向、大小为 E 的匀强电场，一粒子从 O 点以初速度 v_0 沿 y 轴正向发射。研究表明：粒子在 xOy 平面内做周期性运动，且在任一时刻，粒子速度的 x 分量 v_x 与其所在位置的 y 坐标成正比，比例系数与场强大小 E 无关。求该粒子运动过程中的最大速度值 v_m。



(1) $v_1=\frac{Bqa}{2m}$ (2) $\sin\theta=\frac{aqB}{2mv}$ (3) $v_m=\frac{E}{B}+\sqrt{\frac{E^2}{B^2}+v_0^2}$

（1）带电粒子以速率 v 在匀强磁场 B 中做匀速圆周运动，半径为 R，有

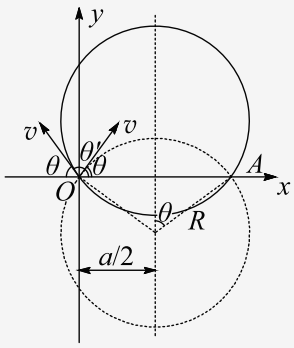
$qvB=m\frac{v^2}{R}$ ①，

当粒子沿 y 轴正向入射，转过半个圆周至 A 点，该圆周的半径为 R_1，有

$R_1=\frac{a}{2}$ ②，

由②代入①式得 $v_1=\frac{Bqa}{2m}$ ③。

（2）如图，O、A 两点处于同一圆周上，且圆心在 $x=\frac{a}{2}$ 的直线上，半径为 R。当确定一个初速率 v 时，有 2 个入射角，分别在第 1、2 象限，有



$\sin\theta'=\sin\theta=\frac{a}{2R}$ ④，

由①④解得 $\sin\theta=\frac{aqB}{2mv}$ ⑤。

（3）粒子在运动过程中仅有电场力做功，因此在轨道的最高点处速率最大，用 y_m 表示其 y 坐标，由动能定理，有

$qEy_m=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑥，

由题意，有 $v_m = ky_m$ ⑦，

若 $E = 0$ 时，粒子以初速度 v_0 沿 y 轴正向入射，有

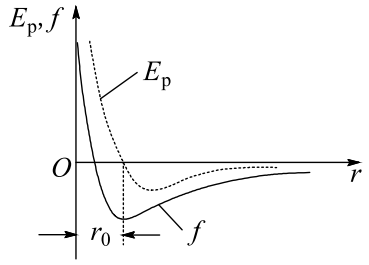
$qv_0B = m\frac{v_0^2}{R_0}$ ⑧，

$v_0 = kR_0$ ⑨，

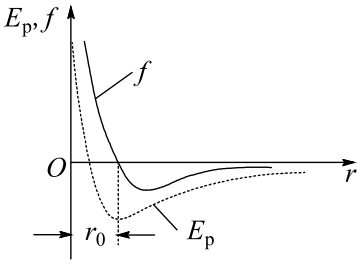
由⑥⑦⑧⑨式解得 $v_m = \frac{E}{B} + \sqrt{\frac{E^2}{B^2} + v_0^2}$。

11. 【物理——选修 3-3】（本题共有两小题，每小题 6 分，共 12 分。每小题只有一个选项符合题意）

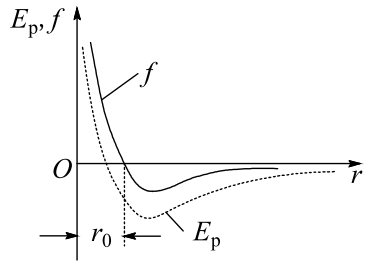
（1）下列四幅图中，能正确反映分子间作用力 f 和分子势能 E_p 随分子间距离 r 变化关系的图线是 B。（填选图下方的字母）



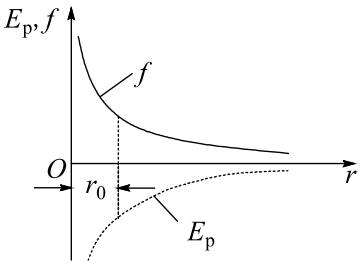
A.



B.



C.



D.

（2）某自行车轮胎的容积为 V，里面已有压强为 p_0 的空气，现在要使轮胎内的气压增大到 p，设充气过程为等温过程，空气可看作理想气体，轮胎容积保持不变，则还要向轮胎充入温度相同，压强也是 p_0，体积为 (C) 的空气。（填选项前的字母）

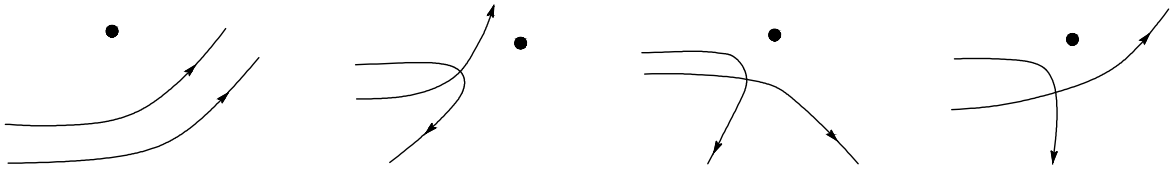
A. $\frac{p_0}{p}V$　　B. $\frac{p}{p_0}V$　　C. $(\frac{p}{p_0} - 1)V$　　D. $(\frac{p}{p_0} + 1)V$

（1）当 $r = r_0$ 时分子斥力等于分子引力；若 $r > r_0$，分子力表现为引力，随着距离增大，分子力做负功，分子势能增大；若 $r < r_0$，分子力表现为斥力，随着距离减小，分子力做负功，分子势能增大。由此可知，当分子力为零时分子势能最小；无穷远处分子势能为零，当 $r = r_0$ 时分子势能为负值，故 B 正确。

（2）设需要充入的气体体积为 ΔV，由理想气体状态方程可知 $p_0(V + \Delta V) = pV$，解得 $\Delta V = \left(\frac{p}{p_0} - 1\right)V$，故 C 正确。

12. 【物理——选修 3-5】（本题共有两小题，每小题 6 分，共 12 分。每小题只有一个选项符合题意）

（1）在卢瑟福 α 粒子散射实验中，金箔中的原子核可以看作静止不动，下列各图画出的是其中两个 α 粒子经历金箔散射过程的径迹，其中正确的是 C。（填选图下方的字母）



A.　　B.　　C.　　D.

（2）将静置在地面上，质量为 M（含燃料）的火箭模型点火升空，在极短时间内以相对地面的速度 v_0 竖直向下喷出质量为 m 的炽热气体。忽略喷气过程重力和空气阻力的影响，则喷气结束时火箭模型获得的速度大小是 (D)。（填选项前的字母）

A. $\frac{m}{M}v_0$　　B. $\frac{M}{m}v_0$　　C. $\frac{M}{M-m}v_0$　　D. $\frac{m}{M-m}v_0$

> （1）由于原子核和 α 粒子均带正电，两电荷间的作用力为斥力，选项 A 中表现为引力，故 A 错误；同理 D 错误；根据对称性，运动轨迹中距离原子核最近的一点应在轨迹的中点，故 B 错误，C 正确。
>
> （2）在火箭起飞的瞬间，内力远远大于外力，火箭和喷出的气体组成的系统动量守恒，根据动量守恒定律可知 $(M-m)v=mv_0$，所以火箭获得的速度 $v=\frac{mv_0}{M-m}$，故 D 正确。