2002 年全国理综旧课程

1. 目前普通认为，质子和中子都是由被称为 u 夸克和 d 夸克的两类夸克组成。u 夸克带电量为 $\frac{2}{3}e$，d 夸克带电量为 $-\frac{1}{3}e$，e 为基元电荷。下列论断可能正确的是 (B)

A. 质子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成

B. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成

C. 质子由 1 个 u 夸克和 2 个 d 夸克组成，中子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成

D. 质子由 2 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成，中子由 1 个 u 夸克和 1 个 d 夸克组成

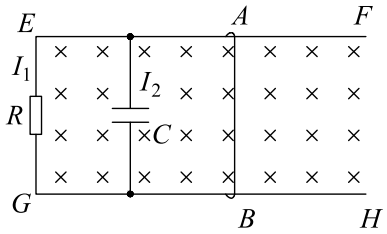
> 由质子带一个单位正电荷，中子不带电，设质子中 u 夸克、d 夸克个数分别是 x、y（x、y 取正整数），则 $x\times\frac{2}{3}+y\times\left(-\frac{1}{3}\right)=1$，解得 $x=2$、$y=1$；设中子中 u 夸克、d 夸克个数分别是 m、n（m、n 取正整数），$m\times\left(\frac{2}{3}\right)+n\times\left(-\frac{1}{3}\right)=0$，解得 $m=1$、$n=2$，故 B 正确。

2. 在光滑水平地面上有两个相同的弹性小球 A、B，质量都为 m。现 B 球静止，A 球向 B 球运动，发生正碰。已知碰撞过程中总机械能守恒，两球压缩最紧时的弹性势能为 E_p，则碰前 A 球的速度等于 (C)

A. $\sqrt{\frac{E_p}{m}}$　　B. $\sqrt{\frac{2E_p}{m}}$　　C. $2\sqrt{\frac{E_p}{m}}$　　D. $2\sqrt{\frac{2E_p}{m}}$

> 设碰撞前 A 球的速度为 v_0，两个弹性小球发生正碰，当两者速度相同时，弹性势能最大，由动量守恒得 $mv_0=2mv$，由机械能守恒得 $E_p=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}\cdot 2mv^2$，解得 $v_0=2\sqrt{\frac{E_p}{m}}$，故 C 正确。

3. 图中 EF、GH 为平行的金属导轨，其电阻可不计，R 为电阻器，C 为电容器，AB 为可在 EF 和 GH 上滑动的导体横杆。有均匀磁场垂直于导轨平面。若用 I_1 和 I_2 分别表示图中该处导线中的电流，则当横杆 AB(D)



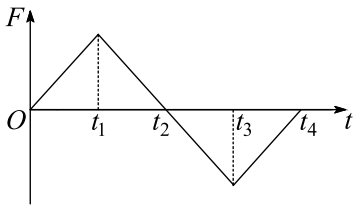
A. 匀速滑动时，$I_1=0$，$I_2=0$　　B. 匀速滑动时，$I_1\neq 0$，$I_2\neq 0$

C. 加速滑动时，$I_1=0$，$I_2=0$　　D. 加速滑动时，$I_1\neq 0$，$I_2\neq 0$

> 电容器在电路中与等效电源并联，两端电压等于 AB 端感应电动势，所以当导体棒匀速滑动时，电容器两端电压不变，所以 $I_2=0$，电阻 R 中电流不为零，故 A、B 错误；加速滑动时，电容器两端电压随导体棒速度的增大而增加，电容器持续充电，充

电电流不为零，通过电阻的电流也不为零，故 C 错误、D 正确。

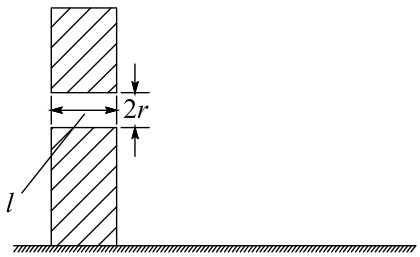
4. 质点所受的力 F 随时间变化的规律如图所示，力的方向始终在一直线上。已知 $t=0$ 时质点的速度为零。在图示 t_1、t_2、t_3 和 t_4 各时刻中，哪一时刻质点的动能最大？(B)



A. t_1　　B. t_2　　C. t_3　　D. t_4

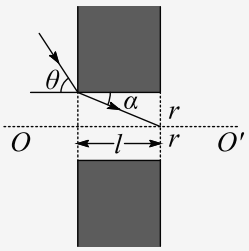
由力的图像分析可知，在时间 $0\sim t_1$ 内，质点向正方向做加速度增大的加速运动；在时间 $t_1\sim t_2$ 内，质点向正方向做加速度减小的加速运动；在时间 $t_2\sim t_3$ 内，质点向正方向做加速度增大的减速运动；在时间 $t_3\sim t_4$ 内，质点向正方向做加速度减小的减速运动，t_4 时刻速度为零，因此 t_2 时刻质点的速度最大，故 B 正确。

5. 为了观察门外情况，有人在门上开一小圆孔，将一块圆柱形玻璃嵌入其中，圆柱体轴线与门面垂直。从圆柱底面中心看出去，可以看到的门外入射光线与轴线间的最大夹角称做视场角。已知该玻璃的折射率为 n，圆柱长为 l，底面半径为 r，则视场角是 (B)



A. $\arcsin\frac{nl}{\sqrt{r^2+l^2}}$　　B. $\arcsin\frac{nr}{\sqrt{r^2+l^2}}$　　C. $\arcsin\frac{r}{n\sqrt{r^2+l^2}}$　　D. $\arcsin\frac{l}{n\sqrt{r^2+l^2}}$

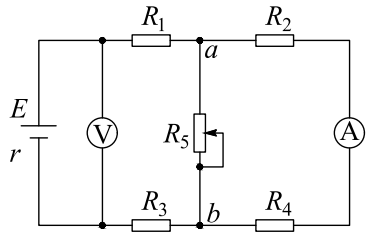
观察门外情况时，作出光路图如图所示，



由几何关系得 $\sin\alpha=\frac{r}{\sqrt{r^2+l^2}}$，由光的折射规律得 $n=\frac{\sin\theta}{\sin\alpha}$，所以视场角 $\theta=\arcsin\frac{nr}{\sqrt{r^2+l^2}}$，故 B 正确。

6. 在如图所示的电路中，R_1、R_2、R_3 和 R_4 皆为定值电阻，R_5 为可变电阻，电源的电动

势为 E，内阻为 r。设电流表 A 的读数为 I，电压表 V 的读数为 U。当 R_5 的滑动触点向图中 a 端移动时（D）



A. I 变大，U 变小　B. I 变大，U 变大　C. I 变小，U 变大　D. I 变小，U 变小

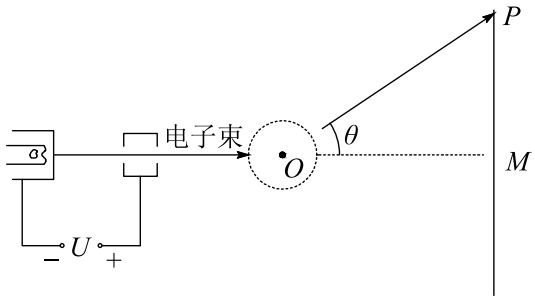
> 当变阻器 R_5 滑动触点向 a 端移动时，变阻器接入电路的电阻减小，电路中的总电阻减小，总电流增大，电源内电压增大，路端电压减小，故电压表测量路端电压示数 U 减小，R_1、R_3 两端电压随总电流增大而增大，所以外电路并联部分电压减小，通过电流表所在支路的电流 I 减小，电流 I 示数减小，故 D 正确。

7. 蹦床是运动员在一张绷紧的弹性网上蹦跳、翻滚并做各种空中动作的运动项目。一个质量为 60 kg 的运动员，从离水平网面 3.2 m 高处自由下落，着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 5.0 m 高处。已知运动员与网接触的时间为 1.2 s。若把在这段时间内网对运动员的作用力当作恒力处理，求此力的大小。（$g = 10\,\mathrm{m/s^2}$）

> $F = 1.5 \times 10^3\,\mathrm{N}$

> 将运动员看做质量为 m 的质点，从 h_1 高处下落，刚接触网时速度的大小为 $v_1 = \sqrt{2gh_1}$（向下）①，
>
> 弹跳后到达的高度为 h_2，刚离网时的速度的大小为
>
> $v_2 = \sqrt{2gh_2}$（向上）②，
>
> 速度的改变量为
>
> $\Delta v = v_1 + v_2$（向上）③，
>
> 以 a 表示加速度，Δt 表示接触时间，则
>
> $\Delta v = a\Delta t$ ④，
>
> 接触过程中运动员受到向上的弹力 F 和向下的重力 mg，由牛顿第二定律得
>
> $F - mg = ma$ ⑤，
>
> 由以上各式解得
>
> $F = mg + m\frac{\sqrt{2gh_2}+\sqrt{2gh_1}}{\Delta t}$ ⑥，
>
> 代入数值得 $F = 1.5 \times 10^3\,\mathrm{N}$ ⑦。

8. 电视机的显像管中，电子束的偏转是用磁偏转技术实现的。电子束经过电压为 U 的加速电场后，进入一圆形匀强磁场区，如图所示。磁场方向垂直于圆面。磁场区的中心为 O，半径为 r。当不加磁场时，电子束将通过 O 点而打到屏幕的中心 M 点。为了让电子束射到屏幕边缘 P，需要加磁场，使电子束偏转一已知角度 θ，此时磁场的磁感应强度 B 应为多少？



$B = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{2mU}{e}}\tan\frac{\theta}{2}$

电子在磁场中沿圆弧 ab 运动，圆心为 C，半径为 R，以 v 表示电子进入磁场时的速度，m、e 分别表示电子的质量和电量，在加速电场中运动时，由动能定理得

$eU = \frac{1}{2}mv^2$ ①，

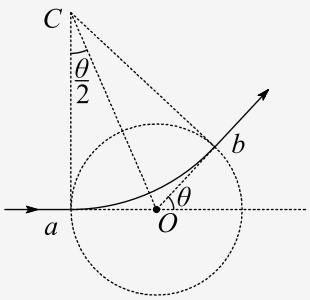
由洛伦兹力提供向心力得

$evB = \frac{mv^2}{R}$ ②，

由几何关系得 $\tan\frac{\theta}{2} = \frac{r}{R}$ ③，

由以上各式解得

$B = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{2mU}{e}}\tan\frac{\theta}{2}$ ④



9. 现用“验证玻意耳定律”的仪器来测量大气压强 p_0。注射器针筒已被固定在竖直方向上，针筒上所标刻度是注射器的容积，最大刻度 $V_m = 10\,\mathrm{mL}$。注射器活塞已装上钩码框架，如图所示。此外，还有一架托盘天平、若干钩码、一把米尺、一个针孔橡皮帽和少许润滑油。

(1) 下面是实验步骤，试填写所缺的②和⑤。

① 用米尺测出注射器针筒上全部刻度的长度 L。

② 称出活塞和钩码框架的总质量 M

③ 把适量的润滑油抹在注射器的活塞上，将活塞插入针筒中，上下拉动活塞，使活塞与针筒的间隙内均匀地涂上润滑油。

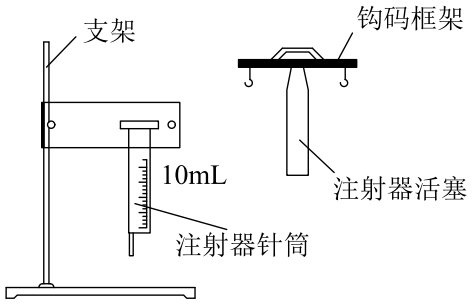
④ 将活塞插到适当的位置。

⑤ 将注射器针筒上的小孔用橡皮帽堵住

⑥ 在钩码框架两侧挂上钩码，记下挂上的钩码质量 m_1。在达到平衡后，记下注射器中空气柱的体积 V_1。在这个过程中不要用手接触注射器以保证空气柱温度不变。

⑦ 增加钩码的个数，使钩码的质量增大为 m_2，达到平衡后，记下空气柱的体积 V_2。

(2) 求出计算大气压强 p_0 的公式。（用已给的和测得的物理量表示）



(1) ②称出活塞和钩码框架的总质量 M；⑤将注射器针筒上的小孔用橡皮帽堵住　(2) $p_0=\frac{Lg}{V_m}\left(\frac{m_2V_2-m_1V_1}{V_1-V_2}-M\right)$

（1）②称出活塞和钩码框架的总质量 M；⑤将注射器针筒上的小孔用橡皮帽堵住。

（2）由题意知，活塞的横截面积为

$S=\frac{V_m}{L}$ ①，

由力学平衡条件得

$p_1=p_0+\frac{(M+m_1)g}{S}$ ②，

$p_2=p_0+\frac{(M+m_2)g}{S}$ ③，

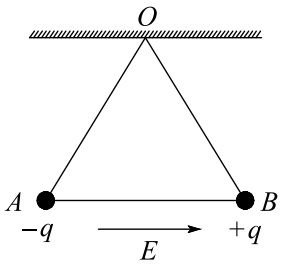
由玻意耳定律得

$p_1V_1=p_2V_2$ ④，

联立解得大气压强

$p_0=\frac{Lg}{V_m}\left(\frac{m_2V_2-m_1V_1}{V_1-V_2}-M\right)$ ⑤。

10. 有三根长度皆为 $l = 1.00\,\mathrm{m}$ 的不可伸长的绝缘轻线，其中两根的一端固定在天花板上的 O 点，另一端分别拴有质量皆为 $m = 1.00 \times 10^{-2}\,\mathrm{kg}$ 的带电小球 A 和 B，它们的电量分别为 $-q$ 和 $+q$，$q = 1.00 \times 10^{-7}\,\mathrm{C}$。A、B 之间用第三根线连接起来。空间中存在大小为 $E = 1.00 \times 10^{6}\,\mathrm{N/C}$ 的匀强电场，场强方向沿水平方向右，平衡时 A、B 球的位置如图所示。现将 O、B 之间的线烧断，由于有空气阻力，A、B 球最后会达到新的平衡位置。求最后两球的机械能与电势能总和与烧断前相比改变了多少。（不计两带电小球间相互作用的静电力）



$\Delta E_p = 6.8 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$

图 1 中虚线表示 A、B 球原来的平衡位置，实线表示烧断后重新达到平衡的位置，其中 α、β 分别表示细线 OA、AB 与竖直方向的夹角。

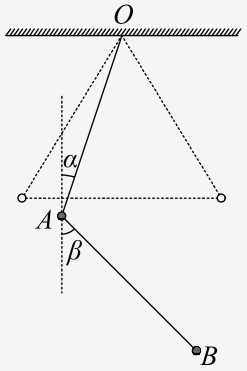


图 1

A 球受力如图 2 所示，重力 mg，竖直向下；电场力 qE，水平向左；细线 OA 对 A 的拉力 T_1，方向如图所示；细线 AB 对 A 的拉力 T_2，方向如图，由平衡条件得

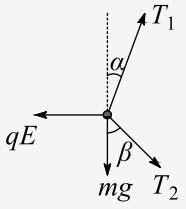


图 2

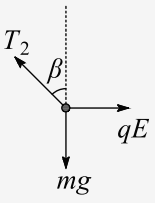


图 3

$T_1 \sin\alpha + T_2 \sin\beta = qE$ ①，

$T_1 \cos\alpha = mg + T_2 \cos\beta$ ②，

B 球受力如图 3 所示，重力 mg，竖直向下，电场力 qE，水平向右，细线 AB 对 B 的拉力 T_2，方向如图所示，由平衡条件得

$T_2 \sin\beta = qE$ ③，

$T_2 \cos\beta = mg$ ④，

联立以上各式并代入数据，得

$\alpha = 0$ ⑤，

$\beta = 45°$ ⑥，

由此可知，A、B 球重新达到平衡的位置如图 4 所示，与原来位置相比，A 球的重力势能减少了

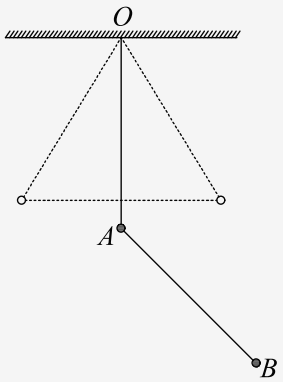


图 4

$E_A = mgl(1 - \sin 60°)$ ⑦，

B 球的重力势能减少了

$E_B = mgl(1 - \sin 60° + \cos 45°)$ ⑧，

A 球的电势能增加了

$W_A = qEl \cos 60°$ ⑨，

B 球的电势能减少了

$W_B = qEl(\sin 45° - \sin 30°)$ ⑩，

两种势能总和减少了

$W = W_B - W_A + E_A + E_B$ ⑪，

代入数据解得

$\Delta E_p = 6.8 \times 10^{-2}\,\mathrm{J}$ ⑫。