

2016年上海卷物理试题（正式版）

一. 单项选择题（共16分，每小题2分。每小题只有一个正确选项。）

1. 卢瑟福通过对 α 粒子散射实验结果的分析，提出了原子内部存在

- (A) 电子 (B) 中子 (C) 质子 (D) 原子核

【答案】D

【解析】卢瑟福在 α 粒子散射实验中观察到绝大多数 α 粒子穿过金箔后几乎不改变运动方向，只有极少数的 α 粒子发生了大角度的偏转，说明在原子的中央存在一个体积很小的带正电的物质，将其称为原子核。

故选项D正确。

2. 一束单色光由空气进入水中，则该光在空气和水中传播时

- (A) 速度相同，波长相同 (B) 速度不同，波长相同
(C) 速度相同，频率相同 (D) 速度不同，频率相同

【答案】D

【解析】不同的单色光频率不相同，同一单色光在不同的介质内传播过程中，光的频率不会发生改变；由公式 $v = \frac{c}{n}$ 可以判断，水的折射率大于空气的，所以该单色光进入水中后传播速度减小。故选项D正确。

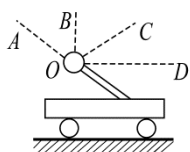
3. 各种不同频率范围的电磁波按频率由大到小的排列顺序是

- (A) γ 射线、紫外线、可见光、红外线
(B) γ 射线、红外线、紫外线、可见光
(C) 紫外线、可见光、红外线、 γ 射线
(D) 红外线、可见光、紫外线、 γ 射线

【答案】A

【解析】在电磁波谱中，各电磁波按照频率从小到大的排列顺序是：无线电波、红外线、可见光、紫外线、 α 射线、 γ 射线，所以选项A正确。

4. 如图，顶端固定着小球的直杆固定在小车上，当小车向右做匀加速运动时，球所受合外力的方向沿图中的

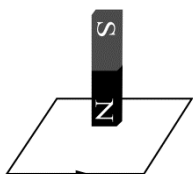


- (A) OA方向 (B) OB方向 (C) OC方向 (D) OD方向

【答案】D

【解析】据题意可知，小车向右做匀加速直线运动，由于球固定在杆上，而杆固定在小车上，则三者属于同一整体，根据整体法和隔离法的关系分析可知，球和小车的加速度相同，所以球的加速度也应该向右，故选项 D 正确。

5. 磁铁在线圈中心上方开始运动时，线圈中产生如图方向的感应电流，则磁铁



(A) 向上运动 (B) 向下运动 (C) 向左运动 (D) 向右运动

【答案】B

【解析】据题意，从图示可以看出磁铁提供的穿过线圈原磁场的磁通量方向向下，由安培定则可知线圈中感应电流激发的感应磁场方向向上，即两个磁场的方向相反，则由楞次定律可知原磁场通过线圈的磁通量的大小在增加，故选项 B 正确。

6. 放射性元素 A 经过 2 次 α 衰变和 1 次 β 衰变后生成一新元素 B，则元素 B 在元素周期表中的位置较元素 A 的位置向前移动了

(A) 1 位 (B) 2 位 (C) 3 位 (D) 4 位

【答案】C

【解析】 α 粒子是 ${}^4_2\text{He}$ ， β 粒子是 ${}^0_{-1}\text{e}$ ，因此发生一次 α 衰变电荷数减少 2，发生一次 β 衰变电荷数增加 1，据题意，电荷数变化为： $-2 \times 2 + 1 = -3$ ，所以新元素在元素周期表中的位置向前移动了 3 位。故选项 C 正确。学.科.网

7. 在今年上海的某活动中引入了全国首个户外风洞飞行体验装置，体验者在风力作用下漂浮在半空。若减小风力，体验者在加速下落过程中

(A) 失重且机械能增加

(B) 失重且机械能减少

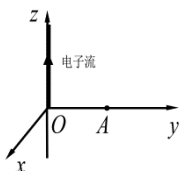
(C) 超重且机械能增加

(D) 超重且机械能减少

【答案】B

【解析】据题意，体验者漂浮时受到的重力和风力平衡；在加速下降过程中，风力小于重力，即重力对体验者做正功，风力做负功，体验者的机械能减小；加速下降过程中，加速度方向向下，体验者处于失重状态，故选项 B 正确。

8. 如图，一束电子沿 z 轴正向流动，则在图中 y 轴上 A 点的磁场方向是



- (A) $+x$ 方向 (B) $-x$ 方向
(C) $+y$ 方向 (D) $-y$ 方向

【答案】A

【解析】据题意，电子流沿 z 轴正向流动，电流方向沿 z 轴负向，由安培定则可以判断电流激发的磁场以 z 轴为中心沿顺时针方向（沿 z 轴负方向看），通过 y 轴 A 点时方向向外，即沿 x 轴正向，则选项 A 正确。

二. 单项选择题（共 24 分，每小题 3 分。每小题只有一个正确选项。）

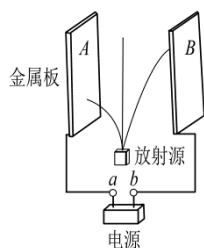
9. 在双缝干涉实验中，屏上出现了明暗相间的条纹，则

- (A) 中间条纹间距较两侧更宽
(B) 不同色光形成的条纹完全重合
(C) 双缝间距离越大条纹间距离也越大
(D) 遮住一条缝后屏上仍有明暗相间的条纹

【答案】D

【解析】据干涉图样的特征可知，干涉条纹特征是等间距、彼此平行，故选项 A 错误；不同色光干涉条纹分布位置不相同，因此选项 B 错误；据公式 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 可知，双缝间距 d 越大，干涉条纹距离越小，故选项 C 错误；遮住一条缝后，变成了单缝衍射，光的衍射也有衍射条纹，故选项 D 正确。

10. 研究放射性元素射线性质的实验装置如图所示。两块平行放置的金属板 A、B 分别与电源的两极 a、b 连接，放射源发出的射线从其上方小孔向外射出。则



- (A) a 为电源正极，到达 A 板的为 α 射线
 (B) a 为电源正极，到达 A 板的为 β 射线
 (C) a 为电源负极，到达 A 板的为 α 射线
 (D) a 为电源负极，到达 A 板的为 β 射线

【答案】B

【解析】从图可以看出，到达两极板的粒子做类平抛运动，到达 A 极板的粒子的竖直位移小于到达 B 板的粒子的竖直位移，粒子在竖直方向做匀速直线运动，则根据公式 $x = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{md^2}{qu}}$ ，两个粒子初速度 v_0 相同，两极板间电压 u 相同，放射源与两极板的距离 $\frac{d}{2}$ 也相同，而电子的 $\frac{m}{q}$ 小，所以电子的竖直位移小，故达到 A 极板的是 β 射线， A 极板带正电， a 为电源的正极，故选项 B 正确。学.科.网

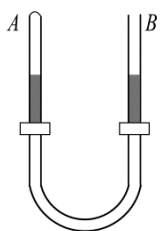
11. 国际单位制中，不是电场强度的单位是

- (A) N/C (B) V/m
 (C) J/C (D) T·m/s

【答案】C

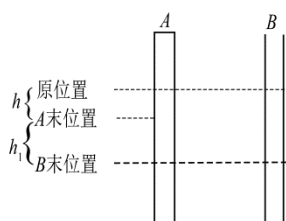
【解析】由公式 $E = \frac{F}{q}$ 可知，N/C 为电场强度单位；由公式 $E = \frac{U}{d}$ 可知，V/m 也是电场强度单位；由 $qE = qvB$ 可得 $E = vB$ ，故 T·m/s 也是电场强度单位；由公式 $U = \frac{W}{q}$ 可知，J/C 是电势差单位，故选 C。

12. 如图，粗细均匀的玻璃管 A 和 B 由一橡皮管连接，一定质量的空气被水银柱封闭在 A 管内，初始时两管水银面等高， B 管上方与大气相通。若固定 A 管，将 B 管沿竖直方向缓慢下移一小段距离 H ， A 管内的水银面高度相应变化 h ，则



- (A) $h=H$ (B) $h < \frac{H}{2}$
 (C) $h = \frac{H}{2}$ (D) $\frac{H}{2} < h < H$

【答案】B



【解析】根据题意，原来 A 、 B 管内的水银高度相同，有 $p_A = p_0$ ； B 管下移后，设 A 管水银下移高度为 h ， B 管内水银末位置高度如图所示， A 、 B 管内末位置水银高度差为 h_1 ，则 B 管内水银初、末位置高度差为： $h + h_1$ ，可以计算 B 管下降的高度为： $H = 2h + h_1$ ，此时由于 A 管内水银下降，则 A 管内气体体积增加，压强减小，即 $p'_A < p_0$ ，此时有： $p'_A + p_{h_1} = p_0$ ，计算得 $p'_A + \rho g(H - 2h) = p_0$ ，最后有：

$$h = \frac{p'_A - p_0}{\rho g} + \frac{H}{2}，\text{由于 } p'_A < p_0，\text{所以 } h < \frac{H}{2}，\text{故选项 B 正确。}$$

13. 电源电动势反映了电源把其他形式的能量转化为电能的能力，因此

- (A) 电动势是一种非静电力
- (B) 电动势越大，表明电源储存的电能越多
- (C) 电动势的大小是非静电力做功能力的反映
- (D) 电动势就是闭合电路中电源两端的电压

【答案】C

【解析】电动势是反映电源通过非静电力做功将其他形式的能转化为电势能本领的物理量，电动势越大说明这种转化本领越强，但不能说明储存的电能越多，故选项 A、B 错误、C 正确；闭合电路中电源两端电压大小等于外电压大小，故选项 D 错误。

14. 物体做匀加速直线运动，相继经过两段距离为 16 m 的路程，第一段用时 4 s，第二段用时 2 s，则物体的加速度是

- (A) $\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$
- (B) $\frac{4}{3} \text{ m/s}^2$
- (C) $\frac{8}{9} \text{ m/s}^2$
- (D) $\frac{16}{9} \text{ m/s}^2$

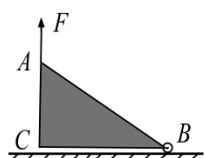
【答案】B

【解析】根据题意，物体做匀加速直线运动， t 时间内的平均速度等于 $\frac{t}{2}$ 时刻的瞬时速度，在第一段内中间

时刻的瞬时速度为： $v_1 = \bar{v}_1 = \frac{16}{4} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$ ；在第二段内中间时刻的瞬时速度为：

$v_2 = \bar{v}_2 = \frac{16}{2} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$ ；则物体加速度为： $a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{8 - 4}{3} \text{ m/s} = \frac{4}{3} \text{ m/s}$ ，故选项 B 正确。

15. 如图，始终竖直向上的力 F 作用在三角板 A 端，使其绕 B 点在竖直平面内缓慢地沿顺时针方向转动一小角度，力 F 对 B 点的力矩为 M ，则转动过程中

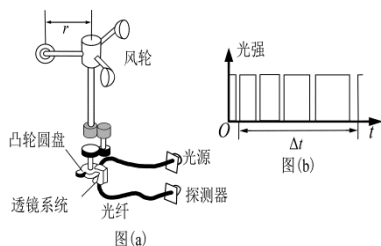


- (A) M 减小， F 增大 (B) M 减小， F 减小
(C) M 增大， F 增大 (D) M 增大， F 减小

【答案】A

【解析】根据题意，对三角板受力分析受到重力、支持力和拉力，由于缓慢转动，三角板近似平衡，所以有： $G = N + F$ ，在转动过程中，支持力减小而拉力 F 在增加；力矩是力与力到作用点的距离的乘积，应用极端思维法，当三角板竖直时，力与转动轴的距离为零，此时力矩为零，故此过程中力矩在减小，选项 A 正确。学科.网

16. 风速仪结构如图 (a) 所示。光源发出的光经光纤传输，被探测器接收，当风轮旋转时，通过齿轮带动凸轮圆盘旋转，当圆盘上的凸轮经过透镜系统时光被挡住。已知风轮叶片转动半径为 r ，每转动 n 圈带动凸轮圆盘转动一圈。若某段时间 Δt 内探测器接收到的光强随时间变化关系如图 (b) 所示，则该时间段内风轮叶片



- (A) 转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{4\pi nr}{\Delta t}$ (B) 转速逐渐减小，平均速率为 $\frac{8\pi nr}{\Delta t}$
(C) 转速逐渐增大，平均速率为 $\frac{4\pi nr}{\Delta t}$ (D) 转速逐渐增大，平均速率为 $\frac{8\pi nr}{\Delta t}$

【答案】B

【解析】根据题意，从图 (b) 可以看出，在 Δt 时间内，探测器接收到光的时间在增长，圆盘凸轮的挡光时间也在增长，可以确定圆盘凸轮的转动速度在减小；在 Δt 时间内可以从图看出有 4 次挡光，即圆盘转动 4

周，则风轮叶片转动了 $4n$ 周，风轮叶片转过的弧长为 $l = 4n \times 2\pi r$ ，叶片转动速率为 $v = \frac{8n\pi r}{\Delta t}$ ，故选项 B 正确。

三. 多项选择题（共 16 分，每小题 4 分。每小题有二个或者三个正确选项。全选对的，得 4 分；选对但不全的，得 2 分；有选错或不答的，得 0 分。）

17. 某气体的摩尔质量为 M ，分子质量为 m 。若 1 摩尔该气体的体积为 V_m ，密度为 ρ ，则该气体单位体积分子数为（阿伏伽德罗常数为 N_A ）

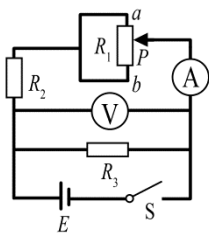
- (A) $\frac{N_A}{V_m}$ (B) $\frac{M}{mV_m}$ (C) $\frac{\rho N_A}{M}$ (D) $\frac{\rho N_A}{m}$

【答案】ABC

【解析】根据题意，气体单位体积分子数是指单位体积气体分子的数量，选项 A 中 N_A 是指每摩尔该气体含有的气体分子数量， V_m 是指每摩尔该气体的体积，两者相除刚好得到单位体积该气体含有的分子数量，选项 A 正确；选项 B 中，摩尔质量 M 与分子质量 m 相除刚好得到每摩尔该气体含有的气体分子数，即为 N_A ，此时就与选项 A 相同了，故选项 B 正确；选项 C 中，气体摩尔质量与其他密度相除刚好得到气体的摩尔体积 V_m ，所以选项 C 正确、D 错误。

18. 如图所示电路中，电源内阻忽略不计。闭合电键，电压表示数为 U ，电流表示数为 I ；在滑动变阻器 R_1 的滑片 P 由 a 端滑到 b 端的过程中

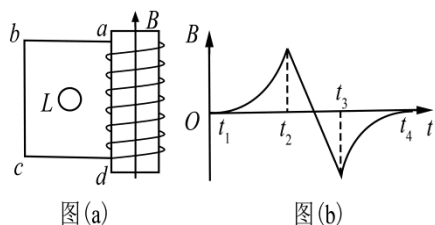
- (A) U 先变大后变小
 (B) I 先变小后变大
 (C) U 与 I 比值先变大后变小
 (D) U 变化量与 I 变化量比值等于 R_3



【答案】BC

【解析】据题意，由于电源内阻不计，电压表的示数总是不变，故选项 A 错误；滑片滑动过程中，电阻 R_1 的阻值先增大后减小，电压不变，所以电流表示数先减小后增加，故选项 B、C 正确；由于电压表示数没有变化，故选项 D 错误。

19. 如图 (a), 螺线管内有平行于轴线的匀强磁场, 以图中箭头所示方向为其正方向。螺线管与导线框 $abcd$ 相连, 导线框内有一小金属圆环 L , 圆环与导线框在同一平面内。当螺线管内的磁感应强度 B 随时间按图 (b) 所示规律变化时

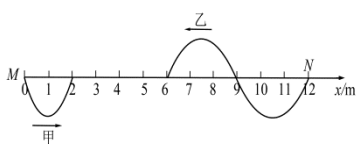


- (A) 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, L 有收缩趋势
- (B) 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, L 有扩张趋势
- (C) 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, L 内有逆时针方向的感应电流
- (D) 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, L 内有顺时针方向的感应电流

【答案】AD

【解析】据题意, 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, 外加磁场磁感应强度增加且斜率在增加, 则在导线框中产生沿顺时针方向增加的电流, 该电流激发出增加的磁场, 该磁场通过圆环, 在圆环内产生感应电流, 根据结论“增缩减扩”可以判定圆环有收缩趋势, 故选项 A 正确; 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, 外加磁场均匀变化, 在导线框中产生稳定电流, 该电流激发出稳定磁场, 该磁场通过圆环时, 圆环中没有感应电流, 故选项 B、C 错误; 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, 外加磁场向下减小, 且斜率也减小, 在导线框中产生沿顺时针方向减小的电流, 该电流激发出向内减小的磁场, 故圆环内产生顺时针方向电流, 选项 D 正确。学.科网

20. 甲、乙两列横波在同一介质中分别从波源 M 、 N 两点沿 x 轴相向传播, 波速为 2 m/s , 振幅相同; 某时刻的图像如图所示。则



- (A) 甲乙两波的起振方向相反
- (B) 甲乙两波的频率之比为 $3:2$
- (C) 再经过 3 s , 平衡位置在 $x=7 \text{ m}$ 处的质点振动方向向下
- (D) 再经过 3 s , 两波源间 (不含波源) 有 5 个质点位移为零

【答案】ABD

【解析】根据题意，甲波向右传播，起振方向向下，乙波向左传播，起振方向向上，故选项 A 正确；据图可知甲波波长为 4 m，甲波周期为： $T = \frac{\lambda}{v} = 2 \text{ s}$ ，频率 $f = \frac{1}{2} \text{ Hz}$ ，乙波波长为 6 m，周期为：

$T = \frac{\lambda}{v} = 3 \text{ s}$ ，频率为： $f = \frac{1}{3} \text{ Hz}$ ，故选项 B 正确；再经过 3 s，甲波波谷到达 $x=7 \text{ m}$ 处，乙波是平衡位置与波峰之间某一振动到达 $x=7 \text{ m}$ 处，所以该质点应该向上振动，选项 C 错误；此时除了波源还有 $x=9 \text{ m}$ 处、 $x=6-7 \text{ m}$ 处、 $x=6 \text{ m}$ 处、 $x=5-6 \text{ m}$ 处、 $x=2-3 \text{ m}$ 处质点位移为零，故选项 D 正确。

四. 填空题（共 20 分，每小题 4 分。）

本大题中第 22 题为分叉题，分 A、B 两类，考生可任选一类答题。若两类试题均做，一律按 A 类题积分。

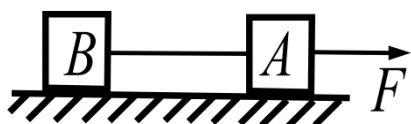
21. 形象描述磁场分布的曲线叫做_____，通常_____的大小也叫做磁通量密度。

【答案】磁感线；磁感应强度

【解析】为了形象的描述磁场而假想出来的曲线，曲线上任意一点的切线方向均表示该位置的磁场方向，这样的曲线称为磁感线；磁场的强弱大小用磁感应强度表示，在磁通量中有： $B = \frac{\Phi}{S}$ ，所以磁感应强度也称为磁通密度。

22A、B 选做一题

22A. 如图，粗糙水平面上，两物体 A、B 以轻绳相连，在恒力 F 作用下做匀速运动。某时刻轻绳断开，在 F 牵引下继续前进，B 最后静止。则在 B 静止前，A 和 B 组成的系统动量_____（选填：“守恒”或“不守恒”）。在 B 静止后，A 和 B 组成的系统动量_____。（选填：“守恒”或“不守恒”）



【答案】守恒；不守恒

【解析】轻绳断开前，A、B 做匀速运动，系统受到的拉力 F 和摩擦力平衡，合外力等于零，即 $F - f_A - f_B = 0$ ，所以系统动量守恒；当轻绳断开 B 静止之前，A、B 系统的受力情况不变，即 $F - f_A - f_B = 0$ ，所以系统的动量依然守恒；当 B 静止后，系统的受力情况发生改变，即 $F - f_A = m_A a$ ，系统合外力不等于零，系统动量不守恒。

22B. 两颗卫星绕地球运行的周期之比为 27:1，则它们的角速度之比为_____，轨道半径之比为_____。

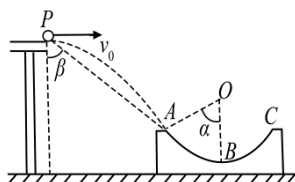
【答案】1:27；9:1

【解析】根据题意，卫星绕地球做匀速圆周运动，卫星的运行角速度与周期关系为： $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，即角速度与

周期成反比，则 $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{27}$ ；两颗卫星做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力，则有： $G\frac{Mm}{r^2} = mr\omega^2$ ，

即 $r = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}}$ ，所以有： $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt[3]{\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2}} = \frac{9}{1}$ 。学科&网

23. 如图，圆弧形凹槽固定在水平地面上，其中 ABC 是位于竖直平面内以 O 为圆心的一段圆弧， OA 与竖直方向的夹角为 α 。一小球以速度 v_0 从桌面边缘 P 水平抛出，恰好从 A 点沿圆弧的切线方向进入凹槽。小球从 P 到 A 的运动时间为_____；直线 PA 与竖直方向的夹角 $\beta =$ _____。



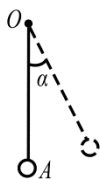
【答案】 $\frac{v_0 \tan \alpha}{g}$ ； $\arctan(2 \cot \alpha)$

【解析】根据题意，小球从 P 点抛出后做平抛运动，小球运动到 A 点时将速度分解，有 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$ ，

则小球运动到 A 点的时间为： $t = \frac{v_0 \tan \alpha}{g}$ ；从 P 点到 A 点的位移关系有：

$\tan \beta = \frac{v_0 t}{\frac{1}{2}gt^2} = \frac{2v_0}{gt} = \frac{2}{\tan \alpha} = 2 \cot \alpha$ ，所以 PA 与竖直方向的夹角为： $\beta = \arctan(2 \cot \alpha)$ 。

24. 如图，质量为 m 的带电小球 A 用绝缘细线悬挂于 O 点，处于静止状态。施加一水平向右的匀强电场后 A 向右摆动，摆动的最大角度为 60° ，则 A 受到的电场力大小为_____。在改变电场强度的大小和方向后，小球 A 的平衡位置在 $\alpha = 60^\circ$ 处，然后再将 A 的质量改变为 $2m$ ，其新的平衡位置在 $\alpha = 30^\circ$ 处， A 受到的电场力大小为_____。



【答案】 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$; mg

【解析】根据题意，带电小球受到电场力后摆动的最大角度为 60° ，末速度为 0，此过程中电场力 F 对小球做正功，重力 G 做负功，细线拉力 T 不做功，根据动能定理有： $F l \sin \alpha - mgl(1 - \cos \alpha) = 0$ ，计算电场

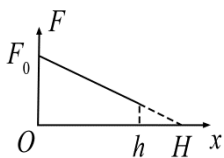
力为： $F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；改变电场强度的大小和方向后，平衡在 $\alpha=60^\circ$ 处时，根据正弦定理有：

$$\frac{F}{\sin 60^\circ} = \frac{mg}{\sin(180^\circ - 60^\circ - \gamma)}$$

，平衡在 $\alpha=30^\circ$ 处时，由正弦定理有： $\frac{F}{\sin 30^\circ} = \frac{2mg}{\sin(180^\circ - 30^\circ - \gamma)}$ ，经过

计算得到： $\gamma = 60^\circ$ ， $F = mg$ 。

25. 地面上物体在变力 F 作用下由静止开始竖直向上运动，力 F 随高度 x 的变化关系如图所示，物体能上升的最大高度为 h ， $h < H$ 。当物体加速度最大时其高度为_____，加速度的最大值为_____。



【答案】 0 或 h ； $\frac{gh}{2H-h}$

【解析】根据题意，从图可以看出力 F 是均匀减小的，可以得出力 F 随高度 x 的变化关系： $F = F_0 - kx$ ，而 $k = \frac{F_0}{H}$ ，可以计算出物体到达 h 处时力 $F = F_0 - \frac{F_0}{H}h$ ；物体从地面到 h 处的过程中，力 F 做正功，重力 G 做负功，由动能定理可得： $\bar{F}h = mgh$ ，而 $\bar{F} = \frac{F_0 + F}{2} = F_0 - \frac{F_0}{2H}h$ ，可以计算出： $F_0 = \frac{2mgh}{2H-h}$ ，则物体在初位置加速度为： $F_0 - mg = ma$ ，计算得： $a = \frac{gh}{2H-h}$ ；当物体运动到 h 处时，加速度为： $mg - F = ma$ ，而 $F = \frac{2mgh}{2H-h} - \frac{2mgh}{2H-h}$ ，计算处理得： $a = \frac{gh}{2H-h}$ ，即加速度最大的位置是 0 或 h 处。

五、实验题（共 24 分）

26.（3 分）在“用 DIS 研究机械能守恒定律”的实验中，用到的传感器是_____传感器。若摆锤直径的测量值大于其真实值会造成摆锤动能的测量值偏_____。（选填：“大”或“小”）。

【答案】光电门；大

【解析】在实验中，摆锤的速度通过光电门进行测量，测量的速度是通过小球直径 d 与挡光时间的比值进行计算，为 $v = \frac{d}{\Delta t}$ ，当摆锤直径测量值大于真实值时，小球直径 d 会变大，导致计算出的小球速度变大，故小球动能也会变大。

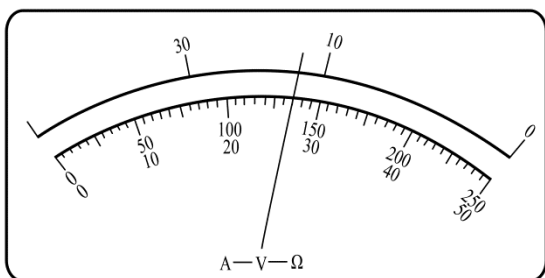
27. (6分) 在“用多用表测电阻、电流和电压”的实验中

- (1) (多选题) 用多用表测电流或电阻的过程中
- (A) 在测量电阻时，更换倍率后必须重新进行调零
 - (B) 在测量电流时，更换量程后必须重新进行调零
 - (C) 在测量未知电阻时，必须先选择倍率最大挡进行试测
 - (D) 在测量未知电流时，必须先选择电流最大量程进行试测

【答案】AD

【解析】多用电表测量电阻时，更换倍率后都必须重新进行欧姆调零，选项 A 正确；测量电流前需要进行机械调零，更换量程时不需要进行再次调零，选项 B 错误；在测量未知电阻时，必须先用电压表测试电阻内是否带有电源，再大致估计电阻大小选择大致倍率，故选项 C 错误；在测量未知电流时，必须选择电流最大量程进行试测，避免电表烧坏，故选项 D 正确。学.科.网

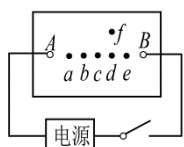
(2) 测量时多用表指针指在如图所示位置。若选择开关处于“10 V”挡，其读数为_____ V；若选择开关处于“ $\times 10$ ”挡，其读数为_____ 200Ω (选填：“大于”，“等于”或“小于”)。



【答案】5.4；小于

【解析】若选择开关处于“10 V”挡，则电表的最小刻度为 0.2 V，此时读数为 5.4 V；若选择开关处于“ $\times 10$ ”挡，欧姆表的中央刻度为 15，此时指针指示未知但小于 15，所以读数应该小于 150Ω ，故小于 200Ω 。

28. (7分) “用 DIS 描绘电场的等势线”的实验装置示意图如图所示。



(1) (单选题) 该实验描绘的是

- (A) 两个等量同种电荷周围的等势线
- (B) 两个等量异种电荷周围的等势线
- (C) 两个不等量同种电荷周围的等势线
- (D) 两个不等量异种电荷周围的等势线

【答案】B

【解析】该实验中，用 A 、 B 两个接线柱分别接在电源的正负极上，一个带正电另外一个带负点，模拟等量异种电荷产生的电场，所以选项 **B** 正确。

(2) (单选题) 实验操作时，需在平整的木板上依次铺放

- (A) 导电纸、复写纸、白纸
- (B) 白纸、导电纸、复写纸
- (C) 导电纸、白纸、复写纸
- (D) 白纸、复写纸、导电纸

【答案】D

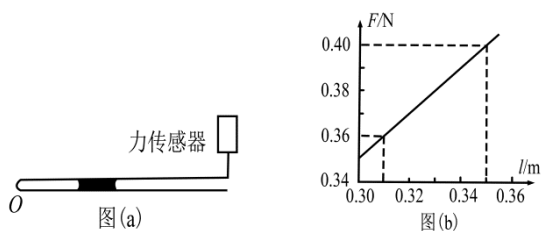
【解析】在实验中，最上边一层是导电纸，这样才可以使 A 、 B 接线柱电流通过导电纸；接下来依次是复写纸和白纸，实验过程中在导电纸上找到电势相同的点，需要用探针在导电纸上作标记，标记通过复写纸就印到最下层的白纸上。

(3) 若电压传感器的红、黑探针分别接触图中 d 、 f 两点 (f 、 d 连线与 A 、 B 连线垂直) 时，示数小于零。为使示数为零，应保持红色探针与 d 点接触，而将黑色探针 _____ (选填：“向左”或“向右”) 移动。

【答案】向右

【解析】根据题意，只有当指针示数为零时才说明两点的电势相等，现在保持红色探针与 d 点接触，为了保证电压表示数为零，需要使黑色探针与红色探针电势相等，则要把黑色探针向右移动。

29. (8 分) 某同学制作了一个结构如图 (a) 所示的温度计。一端封闭的轻质细管可绕封闭端 O 自由转动，管长 0.5 m 。将一量程足够大的力传感器调零，细管的开口端通过细线挂于力传感器挂钩上，使细管保持水平、细线沿竖直方向。在气体温度为 270 K 时，用一段水银将长度为 0.3 m 的气柱封闭在管内。实验时改变气体温度，测得封闭气柱长度 l 和力传感器读数 F 之间的关系如图 (b) 所示 (实验中大气压强不变)。



- (1) 管内水银柱长度为 $\underline{\quad\quad}$ m, 为保证水银不溢出, 该温度计能测得的最高温度为 $\underline{\quad\quad}$ K。
- (2) 若气柱初始长度大于 0.3 m, 该温度计能测量的最高温度将 $\underline{\quad\quad}$ (选填: “增大”, “不变”或“减小”)。
- (3) 若实验中大气压强略有升高, 则用该温度计测出的温度将 $\underline{\quad\quad}$ (选填: “偏高”, “不变”或“偏低”)。

【答案】(1) 0.1; 360 (2) 减小 (3) 偏低

【解析】(1) 由于轻质管可以绕 O 点转动, 通过力矩关系有: 设水银长度的一半为 x , 封闭气体长度为 l , $FL = \rho g S x(l+x)$, 研究气体长度为 0.3 m 和 0.35 m 两个位置, 可以计算出水银长度为: $2x = 0.1\text{m}$, 为保证水银不溢出, 水银刚好到达管口, 此时封闭气体长度为 $l=0.4\text{m}$, 则根据 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$, 可以算出此时温度

为 $T = 360\text{K}$ 。学科.网

(2)、根据上题结论, 从公式 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 可以看出, 后来温度与原来的气体长度有反比关系, 所以该温度计能够测量的最大温度将会减小。

(3)、实验过程中大气压强增加, 公式 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$, 得到 $T = \frac{T_0 p V}{p_0 V_0}$, 温度会增加, 但如果仍然用 $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$ 计算的话, 会出现测量值偏低。

六、计算题 (共 50 分)

30. (10 分) 如图, 两端封闭的直玻璃管竖直放置, 一段水银将管内气体分隔为上下两部分 A 和 B , 上下两部分气体初始温度相等, 且体积 $V_A > V_B$ 。



(1) 若 A 、 B 两部分气体同时升高相同的温度, 水银柱将如何移动?

某同学解答如下:

设两部分气体压强不变, 由 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, ..., $\Delta V = \frac{\Delta T}{T} V$, ..., 所以水银柱将向下移动。

上述解答是否正确? 若正确, 请写出完整的解答; 若不正确, 请说明理由并给出正确的解答。

(2) 在上下两部分气体升高相同温度的过程中, 水银柱位置发生变化, 最后稳定在新的平衡位置, A 、 B 两部分气体始末状态压强的变化量分别为 Δp_A 和 Δp_B , 分析并比较二者的大小关系。

【答案】(1) 不正确 水银柱向上移动 (2) $\Delta p_A = \Delta p_B$

【解析】(1) 不正确。

水银柱移动的原因是升温后，由于压强变化造成受力平衡被破坏，因此应该假设气体体积不变，由压强变化判断移动方向。

正确解法：设升温后上下部分气体体积不变，则由查理定律可得

$$\frac{p}{T} = \frac{p'}{T + \Delta T}$$
$$\Delta p = p' - p = \frac{\Delta T}{T} p$$

因为 $\Delta T > 0$ ， $p_A < p_B$ ，可知 $\Delta p_A < \Delta p_B$ ，所示水银柱向上移动。

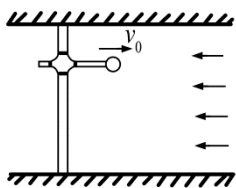
(2) 升温前有 $p_B = p_A + p_h$ (p_h 为汞柱压强)

升温后同样有 $p_B' = p_A' + p_h$

两式相减可得 $\Delta p_A = \Delta p_B$

31. (12分) 风洞是研究空气动力学的实验设备。如图，将刚性杆水平固定在风洞内距地面高度 $H=3.2\text{ m}$ 处，杆上套一质量 $m=3\text{ kg}$ ，可沿杆滑动的小球。将小球所受的风力调节为 $F=15\text{ N}$ ，方向水平向左。小球以初速度 $v_0=8\text{ m/s}$ 向右离开杆端，假设小球所受风力不变，取 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求：

- (1) 小球落地所需时间和离开杆端的水平距离；
- (2) 小球落地时的动能。
- (3) 小球离开杆端后经过多少时间动能为 78 J ?



【答案】(1) 4.8 m (2) 120 J (3) 0.24 s

【解析】(1) 小球在竖直方向做自由落体运动，运动时间为

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 0.8 \text{ s}$$

小球在水平方向做匀减速运动，加速度

$$a = \frac{F}{m} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{水平位移 } s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = 4.8 \text{ m}$$

$$(2) \text{ 由动能定理 } E_{k_1} - E_{k_0} = mgH - Fs \\ \therefore E_{k_1} = 120 \text{ J}$$

(3) 小球离开杆后经过时间 t 的水平位移

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{由动能定理 } E_k - \frac{1}{2} m v_0^2 = mg \times \frac{1}{2} g t^2 - Fs$$

以 $E_k = 78 \text{ J}$ 和 $v_0 = 8 \text{ m/s}$ 代入得

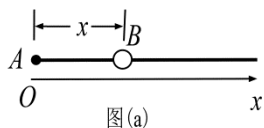
$$125t^2 - 80t + 12 = 0$$

解得 $t_1 = 0.4 \text{ s}$, $t_2 = 0.24 \text{ s}$ 。

32. (14分) 如图(a), 长度 $L = 0.8 \text{ m}$ 的光滑杆左端固定一带正电的点电荷 A , 其电荷量 $Q = 1.8 \times 10^{-7} \text{ C}$;

一质量 $m = 0.02 \text{ kg}$, 带电量为 q 的小球 B 套在杆上。将杆沿水平方向固定于某非均匀外电场中, 以杆左端为原点, 沿杆向右为 x 轴正方向建立坐标系。点电荷 A 对小球 B 的作用力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 I 所示, 小球 B 所受水平方向的合力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 II 所示, 其中曲线 II 在

$0.16 \leq x \leq 0.20$ 和 $x \geq 0.40$ 范围可近似看作直线。求: (静电力常量 $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m} / \text{C}^2$)

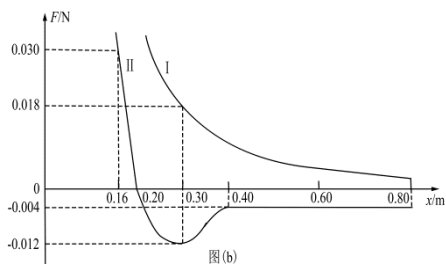


(1) 小球 B 所带电量 q ;

(2) 非均匀外电场在 $x = 0.3 \text{ m}$ 处沿细杆方向的电场强度大小 E ;

(3) 在合电场中, $x = 0.4 \text{ m}$ 与 $x = 0.6 \text{ m}$ 之间的电势差 U 。

(4) 已知小球在 $x = 0.2 \text{ m}$ 处获得 $v = 0.4 \text{ m/s}$ 的初速度时, 最远可以运动到 $x = 0.4 \text{ m}$ 。若小球在 $x = 0.16 \text{ m}$ 处受到方向向右, 大小为 0.04 N 的恒力作用后, 由静止开始运动, 为使小球能离开细杆, 恒力作用的最小距离 s 是多少?



【答案】(1) $1 \times 10^{-6} \text{ C}$ (2) $3 \times 10^4 \text{ N/C}$ (3) 800 V (4) 0.065 m

【解析】(1) 由图可知，当 $x=0.3 \text{ m}$ 时， $F_1 = k \frac{qQ}{x^2} = 0.018 \text{ N}$

因此 $q = \frac{F_1 x^2}{kQ} = 1 \times 10^{-6} \text{ C}$ 。

(2) 设在 $x=0.3 \text{ m}$ 处点电荷与小球间作用力为 F_2 ，

$$F_{\text{合}} = F_2 + qE$$

$$\text{因此 } E = \frac{F_{\text{合}} - F_2}{q} = \frac{-0.012 - 0.018}{1 \times 10^{-6}} \text{ N/C} = -3 \times 10^4 \text{ N/C}$$

电场在 $x=0.3 \text{ m}$ 处沿细杆方向的电场强度大小为 $3 \times 10^4 \text{ N/C}$ ，方向水平向左。

(3) 根据图像可知在 $x=0.4 \text{ m}$ 与 $x=0.6 \text{ m}$ 之间合力做功大小

$$W_{\text{合}} = 0.004 \times 0.2 \text{ J} = 8 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$\text{由 } qU = W_{\text{合}}$$

$$\text{可得 } U = \frac{W_{\text{合}}}{q} = 800 \text{ V}$$

(4) 由图可知小球从 $x=0.16 \text{ m}$ 到 $x=0.2 \text{ m}$ 处

$$\text{电场力做功 } W_1 = \frac{0.03 \times 0.04}{2} = 6 \times 10^{-4} \text{ J}$$

小球从 $x=0.2 \text{ m}$ 到 $x=0.4 \text{ m}$ 处

$$\text{电场力做功 } W_2 = -\frac{1}{2} mv^2 = -1.6 \times 10^{-3} \text{ J}$$

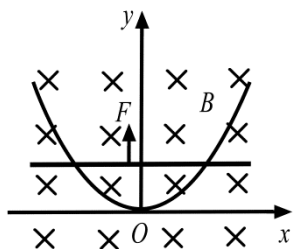
由图可知小球从 $x=0.4 \text{ m}$ 到 $x=0.8 \text{ m}$ 处

$$\text{电场力做功 } W_3 = -0.004 \times 0.4 \text{ J} = -1.6 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\text{由动能定理 } W_1 + W_2 + W_3 + F_{\text{外}} s = 0$$

$$\text{解得 } s = -\frac{W_1 + W_2 + W_3}{F_{\text{外}}} = 0.065 \text{ m}$$

33. (14分) 如图, 一关于 y 轴对称的导体轨道位于水平面内, 磁感应强度为 B 的匀强磁场与平面垂直。一足够长, 质量为 m 的直导体棒沿 x 轴方向置于轨道上, 在外力 F 作用下从原点由静止开始沿 y 轴正方向做加速度为 a 的匀加速直线运动, 运动时棒与 x 轴始终平行。棒单位长度的电阻为 ρ , 与电阻不计的轨道接触良好, 运动中产生的热功率随棒位置的变化规律为 $P=ky^{3/2}$ (SI)。求:



- (1) 导体轨道的轨道方程 $y=f(x)$;
- (2) 棒在运动过程中受到的安培力 F_m 随 y 的变化关系;
- (3) 棒从 $y=0$ 运动到 $y=L$ 过程中外力 F 的功。

【答案】 (1) $y = \left(\frac{4aB^2}{k\rho}\right)^2 x^2$ (2) $\frac{k}{\sqrt{2a}} y$ (3) $W = \frac{k}{2\sqrt{2a}} L^2 + maL$

【解析】 (1) 设棒运动到某一位置时与轨道接触点的坐标为 $(\pm x, y)$, 安培力的功率

$$F = \frac{B^2 l^2 v}{R}$$

$$P = \frac{4B^2 x^2 v^2}{R} = ky^{3/2}$$

棒做匀加速运动

$$v^2 = 2ay$$

$$R = 2\rho x$$

代入前式得 $y = \left(\frac{4aB^2}{k\rho}\right)^2 x^2$

轨道形状为抛物线。

$$(2) \text{ 安培力 } F_m = \frac{4B^2 x^2}{R} \quad v = \frac{2B^2 x}{\rho} \sqrt{2ay}$$

以轨道方程代入得 $F_m = \frac{k}{\sqrt{2a}} y$

$$(3) \text{ 由动能定理 } W = W_m + \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{安培力做功 } W_m = \frac{k}{2\sqrt{2a}} L^2$$

$$\text{棒在 } y=L \text{ 处动能 } \frac{1}{2} mv^2 = maL$$

$$\text{外力做功 } W = \frac{k}{2\sqrt{2a}} L^2 + maL$$