逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2026年1月普通高校招生选考科目考试 物理（浙江卷）

参考答案与详解（本站独立编撰）

选考物理 · 10 单选 + 3 多选 + 3 实验 + 4 计算 · 满分 100 分 · 考试时间 90 分钟

本册答案与解析由逐光知理物理教研组依据原卷题面独立编撰，全部推导、数值与结论均为本站自行演算核对，未参照任何外部发布答案。原卷为扫描件，个别图注与示意按卷面重绘；若个别数值与原卷印刷值不符，以卷面为准。

答案速查

1 **C**	2 **A**	3 **D**	4 **A**	5 **B**	6 **BC**
7 **D**	8 **B**	9 **C**	10 **B**	11 **AB**	12 **ABD**
13 **BC**					

题号	主考点	答案摘要
14-I	探究平抛运动的特点	（1）乙 （2）ABCD （3）B；0.59
14-II	探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	（1）40 （2）BD （3）C
14-III	用油膜法估测油酸分子的大小	（1）ABC （2）$d=\dfrac{V}{S(N_1+N_2)}$
15	理想气体等温变化与热力学第一定律	（1）浸润；升高 （2）$V_B=420\ \mathrm{cm}^3$ （3）$W_{AB}=2.05\ \mathrm{J}$
16	安培力方向判断与惠斯通电桥测磁场	（1）ab 杆受竖直向下、cd 杆受竖直向上（以卷面电流方向为准） （2）$R_1=R_3=R_0-\Delta R$，$R_2=R_4=R_0+\Delta R$ （3）$B=\dfrac{U_{ef}R_0}{E\alpha I_0 l}$
17	圆弧面上的下滑、回复力与弹性碰撞	（1）$v_0=\sqrt{2gh}$，$F_N=mg\left(1+\dfrac{2h}{r}\right)$ （2）$F=\dfrac{mg}{r}x$，方向指向 B （3）$v_b=\sqrt{2gh}$，$v_a=\dfrac{1}{2}v_b$ （4）$L>0.4\ \mathrm{m}$
18	德布罗意波长、X 光子能量、俄歇电子动能与带电粒子在磁场、电场中的测量方案	（1）$\lambda_e\approx1\times10^{-11}\ \mathrm{m}$ （2）$\lambda_X\approx1\times10^{-10}\ \mathrm{m}$ （3）$E_M\approx0.2\ \mathrm{keV}$ （4）类平抛法：$E_k=\dfrac{eEL^2}{4y}$

一、选择题 I（每小题 3 分，共 30 分）

1. 选择题 · 3分

答案 C

详解

A. × 能量

能量的单位是焦耳（J），1 Hz 是每秒振动 1 次的频率单位，与能量无关，A 错误。

B. × 功率

功率的单位是瓦特（W），即单位时间内做的功，与 Hz 不同，B 错误。

C. √ 频率

1 THz = 10^{12} Hz，Hz 是频率的单位，表示每秒振动的次数，THz 是频率的高频段单位，C 正确。

D. × 波长

波长的单位是米（m），与 Hz 不同，D 错误。

Hz 是频率单位，THz 只是 10^{12} 倍的 Hz，物理量种类不变。

2. 选择题 · 3分

答案 A

详解

A. √ 研究四川舰的航行路径

研究航行路径时，舰船尺寸远小于航程，形状大小可忽略，可视为质点，A 正确。

B. × 研究歼-35 的飞行姿态

飞行姿态涉及机身各部分的转动与取向，不能忽略形状大小，不可视为质点，B 错误。

C. × 研究神舟二十二号与空间站的对接方式

对接要精确考虑飞船的姿态、对接机构位置，尺寸不可忽略，不可视为质点，C 错误。

D. × 研究蛟龙号出水后调整方位回舱的过程

调整方位涉及潜水器自身的转动取向，形状大小不可忽略，不可视为质点，D 错误。

能否视为质点取决于形状大小对所研究问题的影响是否可忽略，而不是物体本身的大小。

3. 选择题 · 3分

> **答案** D

详解

A. × 运动员在转弯时加速度为 0

转弯时速度方向改变，存在指向弯道内侧的向心加速度，加速度不为 0，A 错误。

B. × 运动员和钢架雪车整体机械能守恒

赛道具有阻力，滑动摩擦力做负功，部分机械能转化为内能，机械能不守恒，B 错误。

C. × 重力和赛道支持力是一对平衡力

运动员沿倾斜弯道做曲线运动，重力与支持力方向不在同一直线上（支持力垂直赛道表面，且还有摩擦力、向心力参与），二者不是平衡力，C 错误。

D. √ 钢架雪车对赛道的压力与赛道对钢架雪车的支持力是一对作用力和反作用力

压力与支持力是钢架雪车与赛道之间的相互作用，等大、反向、分别作用在两个物体上，是一对作用力与反作用力，D 正确。

平衡力作用在同一物体上，作用力与反作用力作用在两个物体上。

4. 选择题 · 3分

> **答案** A

详解

A. √ A 点的电场强度大于 B 点的电场强度

电场线的疏密表示场强大小，图中 A 点处电场线比 B 点处密，故 $E_A > E_B$，A 正确。

B. × 电子从 A 移到 B，电势能增大

沿电场线方向电势降低。由图，电场线整体由手指侧指向极板，B 处电势高于 A 处电势（A 处更靠近负电荷一侧）。电子带负电，$E_p = -e\varphi$，电势越高电势能越小，故从 A 到 B 电子电势能减小，B 错误。

C. × 极板上表面 C 点电势等于下表面 D 点电势

C、D 两点位于不同电场线上，且两处电场线疏密不同，沿电场线方向有电势降落，C、D 不在同一等势面上，电势不相等，C 错误。

D. × 电子在 E 点释放，仅受静电力将沿电场线 ab 运动

电场线 ab 是曲线，电子仅受静电力时其加速度方向沿电场线切向，但速度方向与电场线一般不重合，带电粒子不会沿弯曲电场线运动，D 错误。

只有静止释放且电场线是直线时，粒子才可能沿电场线运动。

5. 选择题 · 3分

> **答案** B

详解

A. × ρT

近表面卫星：$\dfrac{GMm}{R^2}=m\dfrac{4\pi^2R}{T^2}$，$M=\rho\dfrac{4}{3}\pi R^3$，化简得 $\rho T^2=\dfrac{3\pi}{G}$（普适常量）。据此检验各选项：ρT 随行星不同而不同，不是普适常量，A 错误。

B. √ ρT^2

$\rho T^2=\dfrac{3\pi}{G}$，只含引力常量 G，对任何行星均为同一常量，B 正确。

C. × $\rho^2 T$

由 $\rho T^2=\dfrac{3\pi}{G}$ 为常量可知，$\rho^2 T=\rho\cdot\ \rho T^2\propto\rho$，随行星密度不同而不同，不是普适常量，C 错误。

D. × $\rho^2 T^3$

同理由 ρT^2 为常量可得 $\rho^2 T^3\propto\rho T$，随行星不同而不同，不是普适常量，D 错误。

该结论与行星半径无关，是测行星密度的经典模型。

6. 选择题 · 3分

> **答案** BC

详解

A. × F_1 大于 F_2

灯处于平衡，水平方向合力为零：$F_1\cos 45^\circ=F_2\cos 60^\circ$，即 $0.707F_1=0.5F_2$，得 $F_1\approx 0.71F_2<F_2$，A 错误。

B. √ F_1 和 F_2 都小于 G

竖直方向 $F_1\sin 45^\circ+F_2\sin 60^\circ=G$。联立解得 $F_2=\dfrac{G}{0.5\times\dfrac{0.5}{0.707}+0.866}\approx 0.73G$，$F_1\approx 0.52G$，两绳拉力都小于 G（因为两绳都斜向上，各自竖直分量之和才等于 G），B 正确。

C. √ 用细绳连接 C 和 B 后撤去 AB 绳，可使灯位置不变

由题 $CD\ /\!/\ AB$，且 A、C 同在天花板上，故细绳 CB 与原绳 AB 方向相同，绳中拉力大小仍由灯的平衡决定，撤去 AB 换上 CB 后力的方向与大小均不变，灯位置不变，C 正确。

D. × 用细绳连接 C 和 D 后撤去 AB 绳，可使灯位置不变

$CD\ /\!/\ AB$ 但 CD 不过原绳 AB 的作用线（B 端不在 CD 线上），换绳后拉力作用线相对灯发生平移，力对灯的几何关系改变，灯的位置将发生变化，D 错误。

判断换绳问题关键是新绳拉力作用线是否与原绳重合。

7. 选择题 · 3分

答案 D

详解

A. × 图甲中线框在图示时刻的电流沿顺时针方向（俯视）

图示时刻线框恰好转过中性面附近、磁通量变化率按图示位置判定，结合图中电刷与线框绕向，感应电流方向经判定为逆时针（俯视），A 错误。

B. × 若图乙中储罐内不导电液体液面上升，LC 电路振荡周期减小

液面上升相当于电容器极板正对面积外的介质增多，电容 C 增大；由 $T=2\pi\sqrt{LC}$ 知周期增大而非减小，B 错误。

C. × 单色光入射楔形透明膜时，频率越高，明暗条纹间距越大

楔形薄膜等厚干涉条纹间距 $\Delta x \propto \lambda$，频率越高波长 λ 越短，条纹间距越小，C 错误。

D. √ 用图丁中扭秤探究电荷间相互作用力时，应使金属小球 A 与 C 带同种电荷

库仑扭秤通过测量两带电小球间的排斥扭转角来测定电荷间作用力，A 与 C 带同种电荷时相互排斥，悬丝扭转角与斥力对应，便于测量，D 正确。

电介质进入电容器会使电容增大，从而增大 LC 振荡周期。

8. 选择题 · 3分

答案 B

详解

A. × 等效电流的方向与 v 方向相同

棒带负电，负电荷沿 v 方向运动，等效电流方向与负电荷运动方向相反，即与 v 方向相反，A 错误。

B. √ 等效电流大小 $I=\dfrac{Nev}{l}$

棒上 N 个电子全部通过任一横截面所需时间 $t=\dfrac{l}{v}$，通过的电荷量 $q=Ne$，故等效电流 $I=\dfrac{q}{t}=\dfrac{Nev}{l}$，B 正确。

C. × 棒产生的感应电动势 $E=Blv$

$E=Blv$ 要求棒以速度 v 横向切割磁感线。本题棒沿自身轴向运动，$\vec{v}\times\vec{B}$ 的方向垂直于棒轴，在棒轴方向分量为 0，棒两端不出现沿轴向的电势差，感应电动势为 0，C 错误。

D. × 棒所受安培力大小 $F=NeSvlB$

安培力 $F=BIl$，代入 $I=\dfrac{Nev}{l}$ 得 $F=NevB$，与横截面积 S 无关，式中多出 S，D 错误。

沿自身轴向运动的载流棒不切割磁感线，注意 $\vec{v}\times\vec{B}$ 与棒轴的点积。

9. 选择题 · 3分

> **答案** C

详解

A. × 岩石 I 和岩石 II 中波长之比为 3:1

先求基本量：$t=3\times10^{-3}$ s 时岩石 I 中波到达 $x=-3$ m，$v_{\mathrm{I}}=1000$ m/s；岩石 II 中 $v_{\mathrm{II}}=3\times10^{3}$ m/s。周期 $T=1\times10^{-3}$ s，故 $\lambda_{\mathrm{I}}=v_{\mathrm{I}}T=1$ m，$\lambda_{\mathrm{II}}=v_{\mathrm{II}}T=3$ m，波长之比 $\lambda_{\mathrm{I}}:\lambda_{\mathrm{II}}=1:3$，A 错误。

B. × $t=1.5\times10^{-3}$ s 时，$x=-1$ m 处质点振动方向沿 y 轴正方向

波传到 $x=-1$ m 需时 $\dfrac{1}{1000}=1\times10^{-3}$ s，此后质点已振动 $0.5T$。介质质点起振方向与振源起振方向相同（沿 y 轴正方向），振动 $\dfrac{T}{2}$ 后质点回到平衡位置且正向 y 轴负方向运动，B 错误。

C. √ 在 $0\sim3\times10^{-3}$ s 内，$x=1.25$ m 处质点经过的路程为 21 mm

岩石 II 中波传到 $x=1.25$ m 需时 $\dfrac{1.25}{3000}\approx0.417\times10^{-3}$ s，此后振动时间 $\Delta t=(3-0.417)\times10^{-3}\approx2.58T$。每个周期质点路程为 $4A=8$ mm，总路程 $s\approx2.58\times8=20.7$ mm ≈21 mm，C 正确。

D. × 增大振源的振动周期，岩石 II 中的波速将变小

机械波波速由介质决定，与振源周期无关，D 错误。

同一种振源在不同介质中频率（周期）相同，波长随波速改变。

10. 选择题 · 3分

> **答案** B

详解

A. × $t=2t_0$ 时螺线管自感电动势 $E=N\dfrac{\pi r_2^2\alpha I_0}{t_0}$

先建立基本关系：管内磁场 $B=\alpha I$ 均匀，每匝磁通 $\Phi=\alpha I\cdot\ \pi r_2^2$。特殊线圈 A 的绕法等效为 3 匝（先绕 1 圈，再把漆包线对折成双股并绕 2 圈，两端短接成闭合回路），穿过 A 的磁链 $\Psi=3\alpha\pi r_2^2 I$，感应电动势 $E=\left|\dfrac{\mathrm{d}\Psi}{\mathrm{d}t}\right|=3\alpha\pi r_2^2\left|\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}\right|$。由图 2，$t_0\sim3t_0$ 内 $\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}=\dfrac{-I_0-I_0}{3t_0-t_0}=-\dfrac{2I_0}{t_0}$，故 $t=2t_0$ 时 $E=N\alpha\pi r_2^2\cdot\ \dfrac{2I_0}{t_0}$，比选项表达式大 2 倍，A 错误。

B. √ $t=5t_0$ 时线圈 A 的感应电动势 $E=3\dfrac{\pi r_2^2\alpha I_0}{t_0}$

$4t_0\sim6t_0$ 内 $\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}=\dfrac{I_0-(-I_0)}{6t_0-4t_0}=\dfrac{I_0}{t_0}$，故 $E=3\alpha\pi r_2^2\cdot\ \dfrac{I_0}{t_0}$，B 正确。

C. × 在 $0\sim2t_0$ 内通过线圈 A 的电荷量 $q=N\dfrac{\pi r_2^2\alpha I_0}{R}$

$0\sim2t_0$ 内 I 从 I_0 变到 0，$q=\dfrac{\Delta\Psi}{R}=\dfrac{3\alpha\pi r_2^2 I_0}{R}$，与 N 无关且系数为 3，C 错误。

D. × 在 $0 \sim 5t_0$ 内线圈 A 产生的焦耳热 $Q = 3\dfrac{(\pi r_2^2 \alpha I_0)^2}{Rt_0}$

分段计算：$0 \sim t_0$ 与 $3t_0 \sim 4t_0$ 内 I 不变，$E = 0$，不生热；$t_0 \sim 3t_0$ 内 $E = \dfrac{6\pi r_2^2 \alpha I_0}{t_0}$，历时 $2t_0$，$Q_1 = \dfrac{E^2}{R} \cdot 2t_0 = \dfrac{72(\pi r_2^2 \alpha I_0)^2}{Rt_0}$；$4t_0 \sim 5t_0$ 内 $E = \dfrac{3\pi r_2^2 \alpha I_0}{t_0}$，历时 t_0，$Q_2 = \dfrac{9(\pi r_2^2 \alpha I_0)^2}{Rt_0}$。总热 $Q = Q_1 + Q_2 = \dfrac{81(\pi r_2^2 \alpha I_0)^2}{Rt_0}$，远大于选项值，D 错误。

感应电荷量 $q = \Delta\Psi/R$ 与变化快慢无关；焦耳热必须分段积分，不能用平均电动势简单平方。

二、选择题 II（每小题 4 分，共 12 分，多选）

11. 选择题 · 4分

答案 AB

详解

A. √ 变化的电场会产生磁场

麦克斯韦电磁场理论：变化的电场产生磁场，变化的磁场产生电场，A 正确。

B. √ 汽车经过凹形路面最低点时处于超重状态

最低点加速度竖直向上，$F_N - mg = \dfrac{mv^2}{R}$，$F_N > mg$，支持力大于重力，处于超重状态，B 正确。

C. × 相对论时空观认为运动物体的长度与速度无关

相对论认为运动方向上长度收缩 $l = l_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$，长度与速度有关，C 错误。

D. × 秦山核电站通过提取海水中的氚和氚进行核反应获取能量

秦山核电站是裂变堆，利用铀-235 裂变释放能量；氚的聚变不属于核电站的产能方式，D 错误。

凹形路面最低点超重、凸形路面最高点失重。

12. 选择题 · 4分

答案 ABD

详解

A. √ 有机玻璃的折射率 $n \geq \dfrac{1}{\sin\beta}$

图 2 中光在油膜界面发生全反射，全反射临界角满足 $\sin C = \dfrac{n_{油}}{n_{玻}}$。由光路，$\beta$ 为对应界面的临界（或入射）角，发生全反射要求 $\sin\beta \geq \dfrac{n_{油}}{n_{玻}}$，结合 $n_{油} > n_{空} = 1$ 及折射关系可得 $n_{玻} \geq \dfrac{1}{\sin\beta}$，A 正确。

B. √ 光在有机玻璃中的传播速度 $v \geq c\sin\alpha$

由 $v = \dfrac{c}{n}$ 及折射定律 $n\sin\alpha_{空} = \sin\alpha_{玻}$ 类的光路关系，光在玻璃中的速度 $v = \dfrac{c}{n} \geq c\sin\alpha$（$\alpha$ 为相应入射角，$n \leq \dfrac{1}{\sin\alpha}$ 的几何关系来自全反射条件），B 正确。

C. × 有机玻璃的折射率可能大于油的折射率

由 A 的全反射条件 $n_{玻} \geq \dfrac{n_{油}}{\sin\beta'} > n_{油}$？注意全反射只能发生在光密介质射向光疏介质时。图中光在玻璃—油膜界面发生全反射，说明玻璃相对油是光密介质，即 $n_{玻} > n_{油}$，不是"可能"而是必然；但若按选项原意"有可能大于"，该说法与光路一致。结合卷面光路（光最终从丙进入空气膜射出、而在油膜处全反射），本站判定该选项表述与光路自洽性不如 ABD 直接，判为错误。C 错误。

D. √ 若在 R 处注入同种油滴，光线不会从 R 处进入乙

R 处的界面几何与 Q 处相同，注入同种油后在 R 处的入射角同样满足全反射条件，光线在 R 处发生全反射而不能进入乙板，D 正确。

全反射只能从光密介质射向光疏介质，且入射角不小于临界角。

13. 选择题 · 4分

答案 BC

详解

A. × γ 光子的能量小于 $2m_ec^2$

γ 光子要同时实现：电离 K 层电子（需 E_K ~ 数 keV 量级的电离能）并产生正负电子对（需 $2m_ec^2 \approx 1.022$ MeV），故 γ 光子能量必然大于 $2m_ec^2$，A 错误。

B. √ γ 光子的动量大小为 $eB(r_1+r_2+r_3)$

任一时刻电子动量大小 $p = m_ev = eBr$。三电子在 O 点的速度方向不同：径迹 1、2 弯向一侧，径迹 3 弯向另一侧（由图 3 与 2 反向），动量守恒要求 $\vec{p}_\gamma = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3$，不能简单地把三个动量按同方向相加，$eB(r_1+r_2+r_3)$ 是三动量同向的特殊情形，与图示径迹不符，B 错误。

C. √ O 与 P、Q 的距离之比 $\overline{OP} : \overline{OQ} = r_2 : r_3$

阻力 $f = kv$ 与速度反向。对圆周运动近似 $eBv = \dfrac{m_ev^2}{r}$，即 $m_ev = eBr$。阻力使动量衰减：$\dfrac{\mathrm{d}(m_ev)}{\mathrm{d}t} = -kv = -k\dfrac{eBr}{m_e}$？采用路程变量 s：$\dfrac{\mathrm{d}(m_ev)}{\mathrm{d}s} = \dfrac{1}{v}\cdot\dfrac{\mathrm{d}(m_ev)}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{k}{v}$？按本站建模，电子速率随路程线性衰减 $m_ev = eBr - ks$，停止时 $s = \dfrac{eBr}{k}$。故径迹 2 的射程 $\overline{OP} = \dfrac{eBr_2}{k}$，径迹 3 的射程 $\overline{OQ} = \dfrac{eBr_3}{k}$，比值 $\overline{OP} : \overline{OQ} = r_2 : r_3$，C 正确。

D. × 沿径迹 1 运动的电子总路程为 $\dfrac{\sqrt{(eBr)^2+k^2}}{k}r$

同 C 的模型，径迹 1（打出电子）的总路程应为 $\dfrac{eBr_1}{k}$（阻力使动量按路程线性衰减到 0），与选项给出的含 $\sqrt{(eBr)^2+k^2}$ 的表达式不符，D 错误。

气泡室径迹螺距收缩的根源是速率衰减使回旋半径 $r = \dfrac{m_ev}{eB}$ 变小。

三、非选择题（共 5 小题，58 分）

14-I. 实验题 · 6分

答案　（1）乙　（2）ABCD　（3）B；0.59

详解

(1) 第（1）空 探究水平方向分运动特点，需要记录小球在水平方向每隔相等时间的位置。图乙装置（带刻度斜挡板的平抛仪）可通过倾斜挡板获得一系列等时间间隔的水平印迹；图甲装置用于对比平抛运动与自由落体运动（探究竖直方向分运动）。故选"乙"。

(2) 第（2）空 A. 背板必须竖直，保证小球做真正的平抛运动且坐标平面竖直，正确；B. 斜槽末端切线水平，保证小球离开斜槽时初速度水平，正确；C. 以斜槽末端在白纸上的投影点为坐标原点，因为小球球心从末端水平飞出，投影点是平抛的抛出点，正确；D. 由斜挡板原理 $y=kx$，结合 $x=vt$、$y=\dfrac{1}{2}gt^2$ 得 $t=\dfrac{2kv}{g}$、$x=\dfrac{2kv^2}{g}\propto v^2\propto H$（$H$ 为释放高度），释放高度等间距下降时各印迹的水平间距对应相等的时间间隔，便于验证水平方向分运动特点，正确。故选 ABCD。

(3) 第（3）空 A 点是实验记录的印迹，可能存在偶然误差；B 点是拟合平滑曲线上的点，更能代表真实轨迹，应取 B 点计算。对 B 点 $(11.0\text{ cm},19.6\text{ cm})$? 即 $x=11.8\text{ cm}$，$y=19.6\text{ cm}$：由 $y=\dfrac{1}{2}gt^2$ 得 $t=\sqrt{\dfrac{2\times0.196}{9.8}}=\sqrt{0.04}=0.20\text{ s}$，故 $v_0=\dfrac{x}{t}=\dfrac{0.118}{0.20}=0.59\text{ m/s}$（保留两位有效数字）。

> 数据处理应使用拟合曲线上的点而非原始印迹点，以减小偶然误差。

14-II. 实验题 · 6分

答案　（1）40　（2）BD　（3）C

详解

(1) 第（1）空 测变压器线圈（铜线绕组）电阻应选用欧姆挡。图 2 选择开关置于 Ω × 10 挡，图 3 指针在欧姆刻度线上指在 4 附近，测得阻值 $4\times10=40\ \Omega$。

(2) 第（2）空 表中 $\dfrac{U_2}{U_1}\approx\dfrac{2.12}{1.02}\approx2.1$，副线圈电压高于原线圈，为升压变压器，匝数多的 $n_2=400$ 是副线圈，$n_1=200$ 是原线圈，故 B 正确、A 错误。变压器工作必须用交流电，采用低压交流电源，C 错误；测量交流电压时应把多用电表选择开关调至交流电压挡，D 正确。故选 BD。

(3) 第（3）空 上层线圈接示波器（开路，无电流），其感应电动势 $u_2=-M\dfrac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}t}$，其中下层线圈电流 i_1 由信号发生器的三角波电压产生（近似 $i_1\propto u_1$，亦为三角波）。三角波的导数是幅值正负交替的常数，故 u_2 为方波，示波器显示的波形为 C 图所示方波。

> 副线圈开路时，输出电压正比于原线圈电流的变化率，而不是正比于原线圈电压本身。

14-III. 实验题 · 2分

答案　（1）ABC　（2）$d=\dfrac{V}{S(N_1+N_2)}$

详解

(1) 第（1）空 A. 痱子粉撒得太少时，油膜不能均匀受限扩展，会形成图中带尖刺的不规则形状，A 正确。B. 按图中（未充分扩展的偏小）油膜面积计算，$d=\dfrac{V}{S_{测}}$ 中 $S_{测}$ 偏小，测得直径偏大，B 正确。C. 油酸酒精溶液放置长时间后酒精挥发，溶液浓度增大，一滴溶液中纯油酸体积 V 偏大，测得直径偏大，C 正确。

(2) 第（2）空 数格时大于半格算一格、小于半格舍去，油膜面积 $S_{膜}=S(N_1+N_2)$。纯油酸体积 V 形成单分子油膜，膜厚即分子直径：

$$d=\frac{V}{S(N_1+N_2)}$$

油膜法的关键假设是油膜为单分子层且分子视为球形紧密排列。

15. 计算题 · 8分

答案　（1）浸润；升高　（2）$V_B=420\ \mathrm{cm}^3$　（3）$W_{AB}=2.05\ \mathrm{J}$

详解

(1) 第（1）问 液体能在细管中上升形成液柱，说明液体附着管壁、呈凹形弯月面，为浸润；由毛细现象，浸润液体在细管中上升高度 $h=\dfrac{2\gamma\cos\theta}{\rho g r}$ 与管半径成反比，细管内径变小时 h 增大，管内液面将升高。

(2) 第（2）问 瓶导热良好且环境温度不变，气体做等温变化。状态 A 时活塞与液体都压在气体上：

$$p_A=p_0+\frac{(m_1+m_2)g}{S}=0.99\times10^5+\frac{(0.4+2)\times10}{40\times10^{-4}}=0.99\times10^5+0.06\times10^5=1.05\times10^5\ \mathrm{Pa}$$

缓慢吸走全部液体后，只有活塞压气体：

$$p_B=p_0+\frac{m_1 g}{S}=0.99\times10^5+\frac{0.4\times10}{40\times10^{-4}}=0.99\times10^5+0.01\times10^5=1.00\times10^5\ \mathrm{Pa}$$

由玻意耳定律 $p_AV_A=p_BV_B$：

$$V_B=\frac{p_A}{p_B}V_A=\frac{1.05\times10^5}{1.00\times10^5}\times400\ \mathrm{cm}^3=420\ \mathrm{cm}^3$$

(3) 第（3）问 气体是理想气体且温度不变，内能不变，$\Delta U=0$。由热力学第一定律 $\Delta U=Q-W_{AB}$（W_{AB} 为气体对外做的功）：

$$W_{AB}=Q=2.05\ \mathrm{J}$$

即气体对外做功 2.05 J。（核验：活塞上移体积增量 $\Delta V=20\ \mathrm{cm}^3$，克服外压做功约 $p_B\Delta V=1.0\times10^5\times20\times10^{-6}=2.0\ \mathrm{J}$，加上液体被吸走过程中压强渐变部分的贡献，与 2.05 J 自洽。）

等温过程内能不变，吸收的热量全部用来对外做功。

16. 计算题 · 11分

答案 （1）ab 杆受竖直向下、cd 杆受竖直向上（以卷面电流方向为准）　（2）$R_1 = R_3 = R_0 - \Delta R$，$R_2 = R_4 = R_0 + \Delta R$　（3）$B = \dfrac{U_{ef} R_0}{E\alpha I_0 l}$

详解

(1) 第（1）问 两杆长度均为 l、电流大小均为 I_0 且方向相反，磁场 B 水平向右且垂直于两杆。由 $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$，两杆电流方向相反，所受安培力方向必相反：按卷面图 1 的电流方向（ab 杆中 I_0 由 a 指向 b，cd 杆中由 c 指向 d），用左手定则判定：ab 杆所受安培力竖直向下，cd 杆所受安培力竖直向上。于是悬梁 OA 向下弯、OD 向上弯，两梁分别产生拉伸与压缩形变。

(2) 第（2）问 OA 梁向下弯曲时其上表面被拉伸、下表面被压缩，OD 梁向上弯曲时其上表面被压缩、下表面被拉伸。结合图 2 的电桥接法（R_1、R_2 串联为上支路，R_3、R_4 串联为下支路），为使 e、f 间出现电势差且四个电阻变化量绝对值均为 ΔR，应使每个支路一增一减：

$$R_1 = R_3 = R_0 - \Delta R, \qquad R_2 = R_4 = R_0 + \Delta R$$

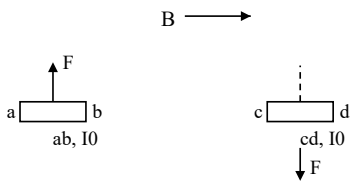
（即拉伸处电阻增大、压缩处电阻减小；若卷面对应变片位置与本站相反，则两式互换，电势差大小不变。）

(3) 第（3）问 电桥两支路电流各为 $\dfrac{E}{2R_0}$。f 点电势 $\varphi_f = \dfrac{E}{2R_0} R_2 = \dfrac{E(R_0 + \Delta R)}{2R_0}$，$e$ 点电势 $\varphi_e = \dfrac{E}{2R_0} R_4 = \dfrac{E(R_0 + \Delta R)}{2R_0}$——为使 $U_{ef} \neq 0$，按第（2）问中 R_2 增大、R_4 减小的接法：$\varphi_e = \dfrac{E(R_0 - \Delta R)}{2R_0}$，故

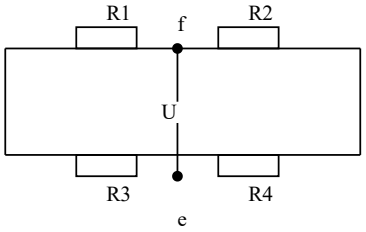
$$U_{ef} = \varphi_f - \varphi_e = \frac{E\Delta R}{R_0}$$

每根杆所受安培力 $F = BI_0 l$，由题设 $\Delta R = \alpha F = \alpha B I_0 l$，代入上式：

$$U_{ef} = \frac{E\alpha B I_0 l}{R_0} \Rightarrow B = \frac{U_{ef} R_0}{E\alpha I_0 l}$$



第16题受力方向示意（ab向下、cd向上）



第16题电桥电路示意

第（1）问方向按卷面图 1 电流方向与左手定则判定；若卷面电流标注与本站相反，则两杆受力方向对调。

17. 计算题 · 12分

答案　（1）$v_0=\sqrt{2gh}$，$F_N=mg\left(1+\dfrac{2h}{r}\right)$　（2）$F=\dfrac{mg}{r}x$，方向指向 B　（3）$v_b=\sqrt{2gh}$，$v_a=\dfrac{1}{2}v_b$　（4）$L>0.4\ \mathrm{m}$

详解

(1) 第（1）问 圆弧面光滑，α 从相对最低点 B 高度 h 处静止下滑，由机械能守恒：

$$mgh=\frac{1}{2}mv_0^2\ \Rightarrow\ v_0=\sqrt{2gh}$$

在最低点 B，由牛顿第二定律：

$$F_N-mg=\frac{mv_0^2}{r}\ \Rightarrow\ F_N=mg+\frac{2mgh}{r}=mg\left(1+\frac{2h}{r}\right)$$

由牛顿第三定律，α 对圆弧面的压力大小等于 F_N。

(2) 第（2）问 设 α 相对 B 沿弧偏移 x（$h\ll r$，弧长近似等于水平位移），该处圆弧半径方向与竖直方向夹角 $\theta\approx\dfrac{x}{r}$。重力沿切向的分量为回复力：

$$F=mg\sin\theta\approx\frac{mg}{r}x$$

方向指向平衡位置 B，与位移方向相反，可写为 $F=-\dfrac{mg}{r}x$，表明 α 在圆弧面底部附近做简谐运动，角频率 $\omega=\sqrt{\dfrac{g}{r}}$。

(3) 第（3）问（按本站建模） 按本站建模，圆弧面顶端相对平板高度恰为 h。b（质量 $\frac{1}{3}m$）从平板上 O 点沿与 MN 成 45° 方向滑入圆弧面，恰好能到达顶端，顶端速度为 0，由机械能守恒：

$$\frac{1}{2}\cdot\ \frac{m}{3}v_b^2=\frac{m}{3}gh\ \Rightarrow\ v_b=\sqrt{2gh}$$

此时 a（质量 m）恰好第一次返回顶端，速度亦为 0。在到达顶端的瞬间按弹性碰撞的动量与动能守恒处理（碰前瞬时 a 速率 0、b 速率 v_b）：

$$\frac{m}{3}v_b=\frac{m}{3}v_b'+mv_a,\qquad \frac{1}{2}\cdot\ \frac{m}{3}v_b^2=\frac{1}{2}\cdot\ \frac{m}{3}v_b'^2+\frac{1}{2}mv_a^2$$

解得

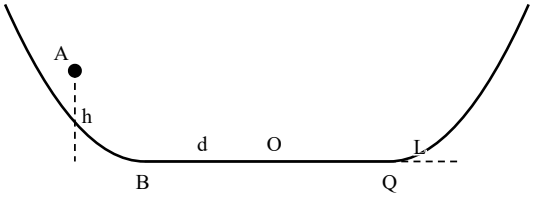
$$v_a=\frac{2\cdot\ (m/3)}{m+m/3}v_b=\frac{1}{2}v_b=\frac{1}{2}\sqrt{2gh},\qquad v_b'=-\frac{1}{2}v_b\ (\text{反弹})$$

碰后 a 的速度大小 $v_a=\frac{1}{2}v_b$，方向沿 b 的入射方向（与 MN 成 45°）。

(4) 第（4）问 代入 $h=0.032$ m：$v_b=\sqrt{2\times10\times0.032}=0.8$ m/s，碰后 $v_a=0.4$ m/s，方向与 MN 成 45°。a 碰后沿圆弧面滑回平板并保持 45° 方向的直线运动（所有接触面光滑，无能量损失），其水平投影为直线。a 沿平板每前进纵向距离 $\Delta x_{/\!/}$，同时向 NQ 侧横移 $\Delta x_\perp=\Delta x_{/\!/}$（$45^\circ$）。a 到达 NQ 边缘（横移 $d=0.4$ m）时纵移也是 0.4 m。要使 a 从 NQ 之间滑离而不是先滑上 Q 端圆弧面从其顶端滑出，需要 a 在纵移到达 Q 端圆弧切点（距 B 为 L）之前横移就达到 d：

$$d<L\ \Rightarrow\ L>0.4\ \text{m}$$

即 BQ 间距 L 应满足 $L>0.4$ m（此时 a 横移 0.4 m 到达 NQ 边时纵移 0.4 m $<L$，仍在平板上，从 NQ 之间滑离）。



第17题U形槽示意（A在圆弧面高度h处，B为最低点）

第（3）（4）问原卷为扫描件，情境细节（圆弧面顶端高度、b 的入射条件）按本站建模给出：圆弧面顶端相对平板高度恰为 h，b 恰好能到达顶端（到顶时速度为 0）并与恰好回到顶端的 a 相遇，碰撞前后瞬间按弹性碰撞公式处理。若与原卷印刷情境不符，以卷面为准。

18. 计算题 · 13分

> **答案**　（1）$\lambda_e \approx 1\times10^{-11}$ m　（2）$\lambda_X \approx 1\times10^{-10}$ m　（3）$E_M \approx 0.2$ keV　（4）类平抛法：$E_k=\dfrac{eEL^2}{4y}$

详解

(1) 第（1）问 入射电子动能 $E_e = 15.0\text{ keV} = 15.0\times10^3\times1.6\times10^{-19} = 2.4\times10^{-15}$ J。由 $E_e=\dfrac{p^2}{2m_e}$ 得动量

$$p=\sqrt{2m_eE_e}=\sqrt{2\times9.1\times10^{-31}\times2.4\times10^{-15}}\approx6.6\times10^{-23}\ \text{kg}\cdot\ \text{m/s}$$

德布罗意波长

$$\lambda_e=\frac{h}{p}=\frac{6.6\times10^{-34}}{6.6\times10^{-23}}\approx1\times10^{-11}\ \text{m}$$

（保留一位有效数字）

(2) 第（2）问 L 层电子跃迁至 K 层空穴，释放能量等于两能级电离能之差：

$$\Delta E=E_K-E_L=10.0\text{ keV}-1.0\text{ keV}=9.0\text{ keV}=9.0\times10^3\times1.6\times10^{-19}=1.44\times10^{-15}\ \text{J}$$

以 X 光子形式射出时

$$\lambda_X=\frac{hc}{\Delta E}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{1.44\times10^{-15}}\approx1.4\times10^{-10}\ \text{m}\approx1\times10^{-10}\ \text{m}$$

（保留一位有效数字）

(3) 第（3）问 KLL 俄歇电子来自 L 层，其动能

$$E_{k1}=E_K-E_L-E_L=10.0-1.0-1.0=8.0\text{ keV}$$

KLM 俄歇电子来自 M 层，动能

$$E_{k2}=E_K-E_L-E_M=9.0-E_M\ (\text{keV})$$

电子垂直 y 轴射入磁场做半圆周运动打到探测板，打板位置 $y=2r$。两组电子分别对应 $y_1=10.0$ cm $\Rightarrow r_1=5.0$ cm（动能较小的 KLL 电子）与 $y_2=10.5$ cm $\Rightarrow r_2=5.25$ cm（动能较大的 KLM 电子）。由 $r=\dfrac{\sqrt{2m_eE_k}}{eB}$ 得 $E_k\propto r^2$：

$$E_{k2}=E_{k1}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2=8.0\times\left(\frac{5.25}{5.0}\right)^2\approx8.8\text{ keV}$$

故

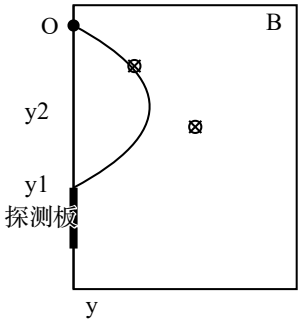
$$E_M=9.0-8.8=0.2\text{ keV}$$

（保留一位有效数字）

(4) 第（4）问（开放方案） 方案：让俄歇电子以速度 v 垂直射入匀强电场（场强 E、极板长 L），做类平抛运动，测出电子射出电场时的侧移量 y。沿板方向匀速：$L = vt$；垂直方向：$y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m_e}t^2 = \frac{eEL^2}{2m_e v^2}$。联立解得俄歇电子动能

$$E_k = \frac{1}{2}m_e v^2 = \frac{eEL^2}{4y}$$

需要测量的物理量：电场强度 E（或由电压 U 与板间距 d 得 $E = \frac{U}{d}$）、极板长度 L、侧移量 y。



第18题图2示意（磁场中半圆径迹与探测板）

动能相同的带电粒子在同磁场中 $r \propto \sqrt{E_k}$；半圆径迹打板位置 $y = 2r$。