**问题1：利用空间平移对称性可以推导出动量守恒定律：**空间平移对称性指的是，物理规律不依赖于空间坐标原点的选择，即将空间坐标任意平移，物理规律不会发生改变。且由空间对称性可以知道，若一个不受外界影响的系统的初状态是对称的，其末状态也必定是对称的。

设在任意一个惯性参考系中，两个质点质量分别为，速度分别是，这两个质点所组成的系统不受外力影响。

质心的位置必在连线上，质心的速度为。以质心为坐标系原点的参考系，称为系，则在系中质点的速度为，动量为，质点的速度为，动量为。观察发现，质点的初始动量大小相同，方向相反，即。

若质点发生碰撞，根据空间对称性，碰撞之后的质点的动量也必定大小相同，方向相反。设碰撞后的动量分别是，。

再回到惯性参考系中，碰撞后质点的动量分别为。注意到，即碰撞前后系统总动量相等。而在最开始参考系又是任意选定的，故在任意的惯性参考系中，动量守恒。

**利用空间旋转对称性可以推导出角动量守恒定律：**空间旋转对称性指的是物理规律不依赖于空间坐标方向的选择，即将空间坐标任意旋转，物理规律不会发生改变。

设在任意一个惯性参考系中，两个质点质量分别为，在碰撞前的一瞬间，速度分别是，质点和坐标原点的距离为（方向由质心分别指向质点），则质点角速度分别为，角动量分别为，不考虑这两个质点所组成的系统以外的力。

质心的位置必在连线上，与原点距离为（方向由原点指向质心），质心的速度为，在碰撞前的一瞬间，相对于系角速度为，角动量大小为（方向与其角速度相同）。以系的原点为坐标原点，以角速度旋转的坐标系，称为。在系中，质点的角速度分别为，可计算验证质点的角速度大小相等，方向相反，于是根据空间旋转对称性，在碰撞后的瞬间，的角动量大小相等，方向相反。设碰撞后的瞬间角动量分别为，。

回到系中，碰撞后质点的角动量分别为。注意到，即碰撞前后系统角动量相等。而在最开始参考系又是任意选定的，故在任意的惯性参考系中，角动量守恒。

**利用时间结构对称性可以推导出能量守恒定律：**时间结构对称性指的是物理规律的成立不依赖于时间，即对于任意选定的时间，物理规律不发生变化。

对于一个封闭的系统，设其在任意选定的时刻总能量为，则经过一小段时刻，其总能量为，对其进行泰勒展开并忽略高阶小量得到，，根据时间平移对称性，总能量不依赖于时间，即在能量表达式中不显含时间，于是。又因为是任意选定的，故对于封闭体系，总能量每时每刻都相等。

**问题2：解：我们不能像科幻电影一样穿过一块墙的原因：**虽然组成身体的原子中的实物粒子（质子、中子、电子）只占了很小的体积和质量，但是占身体绝大多数质量的场却弥漫在身体所处的空间中。组成身体的实物之间有相对固定的距离，这是因为组成身体的原子中，质子带有正电荷，电子带有负电荷，各电荷受到异种电荷的吸引和同种电荷的排斥，当实物粒子之间达到一定的距离时，吸引力与排斥力相抵消，势能达到最小值。然而当我们穿过墙的过程中，我们身体和墙的重合部分的实物粒子密度几乎是成倍地增大，实物粒子的距离减小，于是吸引力与排斥力不平衡（吸引力小于排斥力），势能成倍地增大。因为无法这么多的能量以转化为多出的势能（且即使成功使势能达到那么大的状态，也会因为巨大的排斥力而不稳定），故人体无法穿过一块墙。

**我们没有看到任何人、桌子、大楼、汽车是透明的真空的原因：**虽然原子中实物粒子的体积很小，半径数量级（质子、中子半径数量级为，电子半径数量级为）远远小于光子的波长，光貌似可以轻易地通过这些实物粒子衍射，然而这样的分析并没有考虑物体中场的影响。一个原子的质量的数量级大约为，而场贡献了其中的质量，故认为一个原子中场的质量的数量级为。而可见光的波长的数量级为，一个可见光光子的能量，其中的数量级为，的数量级为，故一个可见光光子的能量的数量级为，根据爱因斯坦质能方程，一个可见光光子的动质量的数量级为。相对而言，可见光光子的动质量远小于一个原子中场的质量，并且场是弥散在物体所处的空间中，充满了实物粒子间的空隙。根据动量守恒定理，在光与场的碰撞（可视为完全弹性碰撞）中，场（其实也就是原子）的速度并没有发生太大变化，而光的速度改变较大（被反射）。

**另一种想法是**，根据爱因斯坦质能方程，一个原子中场的能量的数量级为，远大于一个可见光光子的能量。而光的本质是电磁波，像光这样具有很少能量的电磁波，很难明显地扰动能量远远高于它的电磁场的情况（如果电磁波射入物体内部，需要很高的能量来转化为多出的势能）。故电磁波（光）被反弹。

**问题3：解：**冬天脱毛衣产生静电的原因，是毛衣与人体相互摩擦，两者之间发生了电荷转移（应该是人带负电，毛衣带带正电，因为规定用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电，而毛衣的成分就是羊毛，人体的成分则可能接近橡胶棒），而冬天气候干燥，且人体与毛衣都不是导体，故转移的电荷即使距离很近也无法及时中和，所以假设人体和毛衣与外界没有电荷交流，则根据电荷守恒定律，人体和毛衣所带电荷量（绝对值）应是相等的。设人脱毛衣后身体上所带电量为，则毛衣上所带电荷为。

经测量，本人毛衣躯干部分长度约为，中间宽度约为，手臂部分长度，中间宽度约为，故毛衣总布料面积约为

考虑到毛衣穿在身上被身体少许撑大，加之本人身材偏瘦，故粗略估计一般成年人上半身与毛衣接触部分面积数量级为。

将被毛衣包裹的人体上半身近似视为一个被封闭曲面围绕的带电量为的带电体（虽然很显然毛衣的包裹并不是完全封闭的，但这里只是近似处理），因为毛衣和人体表面之间的空隙很小，可以将毛衣上某个点附近的人体表面可以看作是平的，而且相对毛衣和人体表面的空隙，人体上半身的表面积可以近似视为无穷大。故人体产生的电场在毛衣处的大小约为

其中真空介电常数。

毛衣上所有电荷受到人体表面电荷的电场的吸引力为

在日常生活中，脱毛衣时几乎感受不到这种额外的力。亲身试验：用摩擦过的衣袖部分只能吸引起片小纸屑，估计其质量不超过（当然纸屑的点电量是未知的，所以这个实验只能给出一个主观上的感受）。估计的数量级为（视空气湿度而定，空气越干燥，越大）。

由此

得到的数量级为（视空气湿度而定，空气越干燥，Q越大）。

为什么不能带更多的电荷的原因：因为根据上面不严谨的推导，对于毛衣上的正电荷来说，人体表面负电荷产生的电场大小，毛衣和人体之间的空隙处的总电场为（粗略估计毛衣也产生相同大小的电场），若增大一个数量级，则**每个**电荷受到的总的静电力（异种电荷吸引力与同种电荷排斥力之和）将增大一个数量级，并且根据上面不严谨的推导，毛衣上**所有**电荷受到人体表面电荷的电场的吸引力将增大两个数量级，故毛衣和人体表面将贴合得更加紧密，这两方面的因素都使得正负电荷更加容易地靠近、中和，从而使人体和毛衣带电量很难继续增大。