**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。

假设由两个质点构成的封闭保守系统，不受外力作用，都沿轴运动。初始状态下，所对应的坐标分别为，系统的初势能，系统平移一段微小距离后，系统的势能。

空间平移对称性要求两质点的坐标同时改变时，不会引起势能的改变，于是有，即，平移前后势能的改变量。

这说明质点系平移而势能不变，故势能仅是的函数。于是系统的初势能可以写作。

根据势能的定义，系统内部作用于各质点的力

故。

又因为作用于各质点的力是用动量的变化率来刻画的

故，积分得总动量。

推广到个质点组成的封闭系统，则有总动量，故动量守恒。

**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。

假设由两个质点组成的封闭保守系统，不受外力作用。初始状态下，所对应的位矢分别为，这两个质点之间的势能为，系统的动能为。系统转过一个微小角度后，两个质点的位矢，速度都将转过，并得到相应的增量

式中微小角位移是一个矢量。

空间旋转对称性要求，其中

注意到**，**且由于很小，故，故

故同时，这说明二质点受到有心力作用，势能仅是的函数，即

根据势能的定义，，其中，故

同理可得，

综上：

力相对于原点产生的力矩分别为

又，故，积分得总角动量

推广到由个质点组成的封闭系统，则有总角动量，故角动量守恒。

**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。

假设由两个质点组成的封闭系统，都沿轴运动。两质点间有保守力相互作用使该系统具有内势能，而两质点又同时受系统以外的保守力场作用使该系统具有外势能。内势能是的函数，一般情况下，外界保守力场随时间变化，外势能为的函数，故质点系的势能为

作一次很小的时间平移变换，则变换之后的势能为，对此进行泰勒展开并略去高阶小量得

时间平移对称性要求，变换之后有，又是任意的，故，这说明质点系的势能不显含时，即

而质点系的动能，

综上，，这说明质点系的总能量不显含时，写作，对时间全微商得

故

推广到由个质点组成的系统，同样有总能量为恒量，故能量守恒。

（参考文献：[1]曾德方.用对称性原理推导力学守恒定律[J].惠州大学学报(自然科学版),1998(04):62-65+72.）

**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，根据能量最小原理，实物粒子之间达到一定的距离，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。

或者说人体内部的场与墙内部的场相互作用，造成势能急剧增大，违反了能量最小原则，因此很难达到也很不稳定。

**我们没有看到任何人、桌子、大楼、汽车是透明的真空的原因：（1）**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，根据爱因斯坦质能方程，一个原子中场的能量的数量级为。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。光的本质是电磁波，即不断变化的电磁场。相比之下，一个光子能量远远小于一个原子中场的能量，故光这样的电磁波很难对物体中的电磁场造成明显的扰动；**（2）**光的本质是电磁波，即不断变化的电磁场，它穿过物体时，要和物体中弥漫的电磁场发生相互作用，从而损失能量；**（3）**光的本质是电磁波，即不断变化的电磁场，对于一般的物体，特别是金属，其上的电荷往往已经达到了平衡状态，当光想要通过物体时，物体上的电荷很快地相应重新分布，抵消、屏蔽了电磁波中变化的电场，因此光无法穿透物体。

**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：（1）从力的角度：**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；**（2）从能量的角度：**每从毛衣上转移一个电子到人体表面，都会使毛衣的电势升高，人体表面的电势降低，随着转移电子的数目越来越多，毛衣的电势不断升高，人体表面的电势不断降低，电子从毛衣上转移到人体表面所需的能量越来越大。根据能量最小原理，一个系统总是向着能量最小的趋势发展，所以人与毛衣的电势能无限增大是不可能的，当转移的电荷达到一定数量时，电荷不再有足够的能量克服电势能转移，因此人体和毛衣的带电量难以继续增大。