★<과학기술지문 해설지>- 수특21,186,272 연계

이론적으로 존재하는 가장 낮은 온도는 −273.16℃이며 이를 절대 온도 라고 한다. 실제로 0K까지 물체의 온도를 낮출 수는 없지만 그에 근접한 온도를 얻을 수는 있다. 그러한 방법 중 하나가 '레이저 냉각'이다.

1문단입니다.
의도적으로 2문단까지는 정말 천천히 읽어가며 어떤 설명을 하려고 하는가에 집중하며 '범주화' 시킵니다.
절대온도인 가장낮은 온도로 낮출수는 없지만 '레이저 냉각' 이용하면 근접하게 낮출수있다고 합니다.
레이저냉각 통해서 무엇을 왜 어떻게 온도를 낮추려고 하는걸까?
라고 범주화 시켜야합니다.

레이저 냉각을 이해하기 위해 우선 온도라는 것이 무엇인지 알아보자. 미시적으로 물질을 들여다보면 많은 수의 원자가 모인 집단에서 원자들은 끊임없이 서로 충돌하며 다양한 속도로 운동한다. 이때 절대 온도는 원자들의 평균 운동 속도의 제곱에 비례하는 양으로 정의된다. 따라서 어떤 원자의 집단에서 원자들의 평균 운동 속도를 감소시키면 그 원자 집단의 온도가 내려간다. 레이저 냉각을 사용하면 상온(약 300K)에서 대략 200 m/s의 평균 운동 속도를 갖는 기체 상태의 루비듐 원자의 평균 운동 속도를 원래의 약 1/10000까지 낮출 수 있다.

2문단입니다.
문단이 바뀔때는 반드시 설명하는 정보의 역할에 주목해야합니다. 의도적으로 체크하세요.
레이저로 냉각하는걸 이해하려면 우선 "온도" 라는 게 무엇인지 알아야 한다고 합니다.
(*원자: 물분자는 3개의 원자로 이루어져 있습니다. H2O , 수소원자2개 산소원자1개, 이정도는 기출이니 알아야합니다.)
온도낮추는 기술인데 왜 굳이 온도에 대해서 설명하려는걸까? 정도잡고 갑니다.
원자들은 충돌하며 다양한속도로 운동하는데 속도를 감소시키면 온도가 내련간다고 합니다.
(비례관계가 보이죠 , 이정도는 쉽게 납득해야 합니다. 충돌->속도감소->온도내려감)
루비듐 원자를 예로들며 레이저냉각으로 엄청나게 온도를 낮출 수 있다고 하네요.
아, 이지문은 "원자의 온도" 를 레이저냉각으로 낮추는 기술에대한 지문인가 봅니다! (범주화)

그렇다면 레이저를 이용하여 어떻게 원자의 운동 속도를 감소시킬 수 있을까? 날아오는 농구공에 정면으로 야구공을 던져서 부딪히게 하면 농구공의 속도가 느려진다. 마찬가지로 빠르게 움직이는 원자에 레이저 빛을 쏘아 충돌시키면 원자의 속도가 줄어들 수 있다. 이때 속도와 질량의 곱에 해당하는 운동량도 작아진다. 빛은 전자기파라는 파동이면서 동시에 광자라는 입자이기도 하기 때문에 운동량을 갖는다. 광자는 빛의 파장에 반비례하는 운동량을 가지며 빛의 진동수에 비례하는 에너지를 갖는다. 또한 빛의 파장과 진동수는 반비례의 관계에 있다. 레이저 빛은 햇빛과 같은 일반적인 빛과 달리 일정한 진동수의 광자로만 이루어져 있다. 레이저 빛을 구성하는 광자가 원자에 흡수될 때 광자의 에너지만큼 원자의 내부 에너지가 커지면서 광자의 운동량이 원자에 전달된다. 실례로 상온에서 200 m/s의 속도로 다가오는 루비듐 원자에 레이저 빛을 쏘아 여러 개의 광자를 연이어 루비듐 원자에 충돌시키면 원자를 거의 정지시킬 수 있다. 하지만 이때 문제는 원자가 정지한 순간 레이저를 끄지 않으면 원자가 오히려 반대 방향으로 밀려날 수도 있다는 데 있다. 그런데 원자를 하나하나 따로 관측할 수 없고 각 원자의 운동 속도에 맞추어 각 원자와 충돌하는 광자의 운동량을 따로 제어할 수도 없으므로 실제 레이저를 이용해 원자의 온도를 내리는 것은 간단하지 않아 보인다. 이를 간단하게 해결하는 방법은 도플러 효과와 원자가 빛을 선택적으로 흡수하는 성질을 이용하는 것이다.

3문단입니다.

레이저냉각으로 어떻게 원자의 운동속도를 감소시키는지 설명하는 문단입니다.

움직이는원자에 빛을 쏘아 충돌시키면 속도가 감소한다고 하네요. 당연하게 납득합니다. 운동량도 작아집니다.당연합니다. **빛은 파동이면서 광자라는 입자입니다.(이건 기출이니 반드시 알아야합니다.)**

비례관계 등장!

선지와 직결되니 예민하게 반응합니다.

광자는, 빛의파장에 반비례 / 진동수에 비례 / 파장과 진동수는 반비례 (지문옆에 적든,표시만하든...편한대로하면됩니다.)

레이저빛은 햇빛과 달리, 일정한 진동수의 광자로만 이루어져 있다는 중요한 표현이 나옵니다. (예외가 없는표현과 비교표현 다 등장하네요)

레이저 빛의 광자가 원자에 흡수되면, 광자의 에너지만큼 원자의 내부에너지가 커지면서 광자의 운동량이 원자에 전달된다고 합니다.(흡수되었으니 당연하다 납득해야합니다.)

이때 문제가 발생합니다. --> **문제점 발생! (문제- 해결구조)**

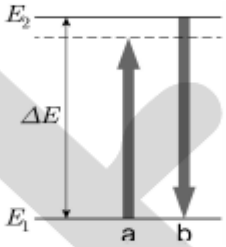
이후에는 해결책이 반드시 등장합니다. **문제-해결구조가 보이니 이부분은 무조건 선지화되고 이지문의 핵심내용이 됩니다. 꼭 기억해 주세요.**

문제점은,
원자 정지후 레이저 끄지 않으면 다가오던 원자가 오히려 뒤로 밀려나가 버린답니다.
원자는 하나씩 따로 관측불가하고 원자와충돌하는 광장운동량 따로 제어가 되지않는다는 문제였네요.
이는, 간단하게 해결된답니다. **해결책!**
바로, "도플러효과" 와 "원자가 빛을 선택적으로 흡수" 하는 걸로!
2개가 보이니 둘다 필요하고 이글의 핵심내용이 이제 시작되는걸 느껴야합니다.
당**연 도플러효과** 설명후 **원자가 빛을 선택적흡수** 하는 순서로 설명이 이어질겁니다.

> 사이렌과 관측자가 가까워질 때에는 사이렌 소리가 원래의 소리보다 더 높은 음으로 들리고, 사이렌과 관측자가 멀어질 때에는 더 낮은 음으로 들린다. 이처럼 빛이나 소리와 같은 파동을 발생시키는 파동원과 관측자가 멀어질 때는 파동의 진동수가 더 작게 감지되고, 파동원과 관측자가 가까워질 때는 파동의 진동수가 더 크게 감지되는 현상을 도플러 효과라고 한다. 이때 원래의 진동수와 감지되는 진동수의 차이는 파동원과 관측자가 서로 가까워지거나 멀어지는 속도에 비례한다. 이것을 레이저와 원자에 적용하면 레이저 광원은 파동원이고 원자는 관측자에 해당한다. 그러므로 레이저 광원에 다가가는 원자에게
>
> 레이저 빛의 진동수는 원자의 진동수보다 더 높게 감지되고, 레이저 광원에서 멀어지는 원자에게 레이저 빛의 진동수는 더 낮게 감지된다.

4문단입니다.
도플러 효과를 설명하고 있습니다. (개념의 정의는 반드시 잡아야죠!)
어렵지 않습니다. 도플러효과는,
레이저 광원에 다가가는 원자에게 레이저빛의 진동수는 원래 진동수보다 더 높게감지된다고 합니다.
레이저 광원에 다가가는 원자...멀어지는 원자.... "비례관계" 가 보이니 반드시 잡아야 합니다.
가까워질때-멀어질때.(이런표현들이 선지에반드시 조건업이 단정적으로 표현하며 틀리게 등장합니다.기출기출기출)
정보의 역할 잊지않았죠? 도플러효과로 문제해결(레이져 멈추지않으면 계속 원자가 뒤로 밀려버리는) 그래서 냉각을 할수 없는... 상황인데 이 효과로 어떻게 문제를 해결할지 즉, 정보의 역할! 에 계속 주목하며 읽어나가야 합니다.

한편 정지해 있는 특정한 원자는 모든 진동수의 빛을 흡수하는 것이 아니고 고유한 진동수, 즉 공명 진동수의 빛만을 흡수한다. 이것은 원자가 광자를 흡수할 때 원자 내부의 전자가 특정 에너지 준위 E_1에서 그보다 더 높은 특정 에너지 준위 E_2로 옮겨가는 것만 허용되기 때문이다. 이때 흡수된 광자의 에너지는 두 에너지 준위의 에너지 값의 차이 ΔE에 해당한다.



<그림>

5문단입니다.

한편... 이라는 표지어가보이네요. 설명의 범주가 바뀝니다.

이제는, 두번째 해결책인 원자가 빛을 선택적으로 흡수한는 부분을 설명하려한다는건 쉽게 예측해야합니다.

정지해 있는 원자는 "모든" 진동수의빛을 흡수하지않고 공명진동수(고유한진동수)만 흡수한다고 합니다. 예외없는 표지어 "모든" 과 비교 표지어 "아니고" 가 보이니 당연히 아주 중요한 문장이라고 인식하고 읽어야합니다.

이후 에너지 준위라는게 뭔지 몰라도..., 이렇게 선택적 흡수가 가능한건 원자내부의 전자가 더 높은 에너지로 옮겨가는 특성때문이라는 이유를 알려줍니다.

정보처리 : 흡수된 광자의 에너지=에너지값차이=△E (전자 a,b가 보이시죠?)

그러면 어떻게 도플러 효과를 이용하여 레이저 냉각을 수행하는지 알아보자. 우선 어떤 원자의 집단을 사이에 두고 양쪽에서 레이저 빛을 원자에 쏘되 그 진동수를 원자의 공명 진동수보다 작게 한다. 원자가 한쪽 레이저 빛의 방향과 반대 방향으로 움직이면 도플러 효과에 의해 원자에서 감지되는 레이저 빛의 진동수가 커지는데, 그 값이 자신의 공명 진동수에 해당하는 원자는 레이저 빛을 흡수하게 된다. 이때 흡수된 광자의 에너지는 ΔE보다 작지만(<그림>의 a), 원자는 도플러 효과 때문에 공명 진동수를 갖는 광자를 받아들이는 것처럼 낮은 준위 E_1에 있던 전자를 허용된 준위 E_2에 올려놓는다. 그러면 불안정해진 원자는 잠시 후에 ΔE에 해당하는 에너지를 갖는 광자를 방출하면서 전자를 E_2에서 E_1로 내려놓는다(<그림>의 b). 이 과정이 반복되는 동안, 원자가 광자를 흡수할 때에는 일정한 방향에서 오는 광자와 부딪쳐 원자의 운동 속도가 계속 줄어들지만, 원자가 광자를 내놓을 때에는 임의의 방향으로 방출하기 때문에 결국 광자의 방출은 원자의 속도 변화에 영향을 미치지 못하게 된다. 그러므로 원자에서 광자를 선택적으로 흡수하고 방출하는 과정이 반복되면, 원자의 속도가 줄어들면서 원자의 평균 운동 속도가 줄고 그에 따라 원자 집단 전체의 온도가 내려가게 된다.

마지막 6문단입니다..
이제서야 도플러효과를 통해 어떻게 레이저로 온도를 낮추는지 설명이 시작됩니다.
<과정> 으로 원리를 설명하는건 과학기술지문의 기본입니다.
천천히 끊어가며 정보를 파악합니다.

1. (우선) 원자집단을 사이에두고 양쪽에서 **원자의 공명진동수보다 작게 쏩니다.**
(당연합니다 도플러효과를 생각한다면 다가오는 원자에는 파동 진동수가 원래보다 크게 감지되기 때문이겠죠)
2. 원자가 레이저빛과 반대방향으로 움직이면 도플러효과때문에 빛의 진동수가 커집니다.(서로가 까워지니까요)
3. 이때 원자는 자신의공명수와 같은 레이저빛만 **흡수합니다**.(당연합니다. 이미 위에서 중요한표지어로 설명한부분)
4. 지금 이 원리가 뭐지? 문제점을 떠올리며 해결책의 원리인 도플러효과를 설명하고 있는 부분을 망각하면 읽다가 길을 완전히 잃어버립니다. 아! 레이저쏘면 원자가 정지하고 냉각되면되는데 오히려뒤로 밀리는게 문제였습니다. 그러니 레이저 빛의 일부를 선택적으로 "흡수"하면 뒤로 밀리지는 않겠군....이정도만 떠올리면 성공입니다.
어차피 실전에서 해설강의하는 강사처럼 완벽히 지문 이해할 수 없습니다.
5. 이과정이 반복되면,
원자가 레이저빛의 광자를 흡수할때는 , 광자와부딪쳐 원자의 운동속도가 계속줄어들고,
원자가 광자를 방출할때에는, 임의의방향으로 방출되어 원자의 속도에 영향주지 못한다고합니다.
이제 납득이 되네요. ....

정리하면,
도플러효과를 통해서 원자의 특성인 공명진동수(고유진동수)의 빛만 흡수하는 성질이용해서,
원자의 공명진동수보다 작은빛을쏘아 레이저빛을 흡수하게 만들고, 방출시키고....이후에는 속도감소되면서 이를 통해 온도를 내리게 되는 원리를 설명하는 글입니다.
(끝까지 문제점-해결책 떠올리셔야 합니다...)

레이저빛을 원자에게 쏘고 냉각시켜야하는데 밀려버리는 문제점을 이렇게 해결하네요.
배경지식 제외하고 최대한 실전적으로 설명했으니 이태도를 잊지마시고 다른기출에도 다시 적용해보세요.

33. 윗글과 일치하는 것은?

① 움직이는 원자의 속도는 도플러 효과로 인해 더 크게 감지된다.
② 레이저 냉각은 광자를 선택적으로 흡수하는 원자의 성질을 이용한다.
③ 레이저 냉각은 원자와 레이저 빛을 충돌시켜 광자를 냉각시키는 것이다.
④ 레이저 빛을 이용하여 원자 집단을 절대 온도 에 도달하게 할 수 있다.
⑤ 개별 원자의 운동 상태를 파악하여 각각의 원자마다 적절한 진동수의 레이저 빛을 쏠 수 있다.

***문제 해결구조를 파악했다면 바로 정답이 보입니다.**

2번: 정답입니다.

이 선지가 바로 **해결책**이었죠? 도플러효과를 통해 원자는 레이저빛의 광자를 선택적으로 흡수한다.

1번: 단순내용일치로 접근하지마시고 **도플러효과는 비례관계**입니다. 지난번 수특 138페이지 솔로 성장모형 설명할때도그대로 했습니다. 가까워지고 멀어지고... 비례관계는 조건이 없으면 단정할 수없다. 그러니 더크게 감지된다로 단정할수 없습니다. 수능기출보세요. 이런선지가 정말 수두룩합니다.

3번,4번은 눈만뜨고 있으면됩니다.

5번: 바로 "문제점" 을 지적한 선택지입니다. 이게 안되 기때문에 해결책인 도플러효과와 원자의 선택적흡수 가 해결책으로 필요했던겁니다.

34. 윗글에서 추론한 것으로 적절하지 않은 것은?

① 다가오는 원자에 공명 진동수의 레이저 빛을 쏘면 원자 내부의 전자가 E_1에서 E_2로 이동한다.
② 원자의 공명 진동수와 일치하는 진동수를 갖는 광자는 ΔE의 에너지를 갖는다.
③ 원자가 흡수했다가 방출하는 광자의 에너지는 ΔE로 일정하다.
④ 정지한 원자가 흡수하는 광자의 에너지는 ΔE와 일치한다.
⑤ E_2에서 E_1로 전자가 이동할 때 광자가 방출된다.

도플러효과를 물어보는 문제입니다. 추론인만큼 수능보다 조금 과한면이 있을 수 있다는점은 염두해두세요.

1번: 정답입니다.

공명진동수의 레이저빛을 쏘는게 아니고 공명진동수보다 작은 빛을 쏘는게 핵심이었습니다. 이유는 도플로효과로 다가오는 원자에는 파동의 진동수가 원래보다 크게 감지되기때문이죠.

(별거아닌데... 이거 놓친분들 꽤있습니다. 움직이면 도플러효과발생한거고, 정지해있다면 도플러효

과 발생전입니다.해당지문 다시 보세요)
4번5번선지는 지문그대로 입니다.
3번선지가 이해어려울 수 있는데 흡수후 방출통해 문제점을 조절하는원리를 이해했다면 문제될게 없습니다.

35. 윗글에 따를 때, <보기>에서 공명이 일어나는 것만을 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

소리굽쇠는 고유한 공명 진동수를 가져서, 공명 진동수와 일치하는 소리를 가해 주면 공명하고, 공명 진동수에서 약간 벗어난 진동수의 소리를 가해 주면 공명하지 않는다. 그림과 같이 마주 향한 고정된 두 스피커에서 진동수 498Hz의 음파를 발생시키고, 공명 진동수가 500Hz인 소리굽쇠를 두 스피커 사이의 중앙에서 오른쪽으로 의 속도로 움직였더니 소리굽쇠가 공명했다. 그 후에 다음과 같이 조작하면서 소리굽쇠의 공명 여부를 관찰했다. 단, 소리굽쇠는 두 스피커 사이에서만 움직인다.

ㄱ. 소리굽쇠를 중앙에서 왼쪽으로 v의 속도로 움직였다.
ㄴ. 소리굽쇠를 중앙에서 오른쪽으로 $2v$의 속도로 움직였다.
ㄷ.왼쪽 스피커를 끄고 소리굽쇠를 중앙에서 왼쪽으로 v의 속도로 움직였다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

보기 문제인데 비주얼에 비해 쉽습니다.
보기 내용은, 소리굽쇠게 지문에서는 원자역할이고 스피커사이에서 굽쇠를 중앙에서 오른쪽으로 V의 속도로 움직였더니공명했다는 내요이네요. **(스피커-레이저, 소리굽쇠-원자)**
ㄱ: 적절합니다. 공명은 속도에 비례하니까요 (비례관계 놓치지 않았겠죠)
ㄴ: 2v의 속도로 움직이면 안되죠 **비례관계 오류**입니다. 공명진동수가 2v의 속도때문에 502가 되어버리니까요.
ㄷ: 왼쪽 스피커끄면 안되죠? **실전-레이저 안쏜거네요~** , 내용적풀이 - 파동과 소리굽쇠가 멀어지면 498Hz보다 낮아지게되어 흡수되지않아 공명일어나지 않음.

36. 윗글에 비추어 <보기>의 리튬 원자의 레이저 냉각에 대해 설명한 것으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

	루비듐	리튬
원자량(원자의 질량)	85.47	6.94
정지 상태의 원자가 흡수하는 빛의 파장	780 nm	670 nm

① 리튬의 공명 진동수는 루비듐의 공명 진동수보다 크다.
② 원자가 흡수하는 광자의 운동량은 리튬 원자가 루비듐 원자보다 작다.
③ 같은 속도로 움직일 때 리튬 원자의 운동량이 루비듐 원자의 운동량보다 작다.
④ 루비듐 원자에 레이저 냉각을 일으키는 레이저 빛은 같은 속도의 리튬 원자에서는 냉각 효과가 없다.
⑤ 리튬 원자에 레이저 냉각을 일으킬 때에는 레이저 빛의 파장을 670nm보다 더 큰 값으로 조정한다.

정답은 2번입니다.

비례관계를 대놓고 물어봅니다. (스포: 올 6,9평 도.....)

광자운동량-파장은 반비례관계입니다. 루비듐이 리튬보다 파장이 크니 리튬원자가 루비듐원보다 광자의 운동량은 크겠죠.

1번: 파장-진동수 반비례

3번: 운동량은 속도x질량이니 당연하고

4번: 선택적 흡수입니다.파장이 다르니 고유진동수가 다릅니다.냉각효과없겠죠

5번: 레이저냉각되려면 리튬원자가 레이저빛 흡수해야하고 흡수하려면, 레이저빛 진동수를 리튬원자 공명진동수보다 작게해야합니다. 그리고 진동수는 파장과 반비례이니 레이저빛의 파장을 리튬 파장보다 더크게 조정하면됩니다.

***비례관계 다시 정리 (3문단)**

광자운동량-파장: 반비례

광지-진동수 : 비례

파장-진동수: 반비례