

<생명과학>

1. 뇌의 크기는 몸무게는 a kg일 때 $(\frac{b}{0.12})^3 = a^2$ 을 만족하는 b 의 값으로 추정한다.

[참고 자료: 마이클 코벌리스, “뇌, 인간을 읽다”]

=> 동물의 뇌의 크기를 계산해 보고 해당 동물의 지적 능력과 어떤 관계가 있는지 추론해보기

2. 공룡은 오래전에 멸종했지만 발자국과 뼈의 화석으로 달리는 속력을 추측할 수 있다. 공룡이 달릴 때 보폭을 s m, 공룡의 다리 길이를 h m라고 하면 공룡이 달리는 속력은

$$0.25 \times 9.8^{0.5} \times s^{1.67} \times h^{-1.17} \text{ m/s} \text{ 라고 한다.}$$

[참고 자료: David E. Fastovsky 외, “Dinosaurs”]

=>대표적으로 알려진 공룡의 달리는 속력을 구해보고 현재 존재하는 동물의 속력 또는 운송수단의 속력과 비교해보기

3. 부레옥잠은 물 위에 떠서 자라는 식물로, 오염된 물을 정화하기도 하지만 빠르게 번식하여 호수의 표면을 덮어 생태계를 어지럽히거나 환경을 오염하기도 한다.

아프리카에는 한반도 면적의 약 $\frac{1}{3}$ 배인 빅토리아 호수가 있는데, 이 호수에서는 부레옥잠 제거 작업을 자주 한다. 부레옥잠을 제거하지 않으면 5~15일 사이에 분포 넓이가 2배씩 지속적으로 증가하여 거대한 호수의 표면이 부레옥잠으로 덮이기 때문이다.

[참고 자료: 알브레히트 보이텔슈프라허, “생활 속 수학의 기적”]

=>빅토리아 호수의 면적 알아보고 5~15일 사이에 부레옥잠이 호수의 표면을 가득 채우려면 처음 부레옥잠의 면적이 얼마여야 하는지 계산해보기, 부레옥잠 이외에도 번식이 빨라서 생태계를 어지럽히거나 환경을 오염시키는 식물에 대해 조사해보기

4. 희귀 동물들의 개체 수는 지속적으로 관리하여 기록되고 있으며, 희귀 동물들의 개체수의 변화는 인구수의 변화와 마찬가지로 지수의 꼴로 나타난다.

예를 들어 아프리카 코뿔소 중의 하나인 검은코뿔소의 개체 수는 1960년대 이후 꾸준히 기록되어 왔다. 이 자료를 근거로 1960년을 시작으로 x 년 후의 개체 수를 식으로 나타내면

$$100070 \times (0.90511)^x \text{ 이다.}$$

[출처: Emslie, R. H. & Adcock, K., 「A conservation assessment of Diceros bicornis, Black Rhinoceros」. In Child M. F. et al.(Ed.)]

=>멸종위기보호종을 지정하는 기준을 알아보고, 검은코뿔소가 멸종에 도달하는데 걸리는 시간 계산해보기, 현재 희귀동물을 보호하기 위해 어떤 노력이 이루어지고 있으며 그러한 노력이 개체수 방정식에 어떤 영향을 주었는지 알아보기

5. 어느 물통에 서식하는 박테리아를 제거하기 위하여 약품을 투여하려고 한다. 이 물통에 들어 있는 물 1 mL 당 처음 박테리아의 수를 C_0 , 약품을 투여하고 t 시간 후 박테리아의 수를 C 라고 하면

$$\log \frac{C}{C_0} = -0.2t \quad \text{라고 한다.}$$

=>박테리아의 종류에 따른 증식 속도 알아보기, 환경에 영향을 주는 박테리아와 이를 제거하는 약품에 대해 알아보고 실제 존재하는 박테리아 제거 약품의 투여 후 박테리아의 변화를 나타내는 공식 알아보기

6. 어느 호수의 수면에서 빛의 세기를 $I_0 \text{ W/m}^2$, 수심이 $x \text{ m}$ 인 곳에서 빛의 세기를 $I \text{ W/m}^2$ 라고 하면

$$I = I_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{4}} \quad \text{이라고 한다.}$$

=>실제 호수 또는 바다에서 수심에 따른 빛의 세기의 변화를 나타내는 식을 알아보고, 물 속 깊은 곳의 빛의 세기가 생태계에 미치는 영향 알아보기, 심해 어종의 종류 알아보고 해당 어종의 생활에 적당한 환경이 되기 위한 수면에서의 빛의 세기는 얼마인지 계산해보기

<화학, 환경>

1. 부패한 물질이나 암모니아 등에서는 악취가 난다. 공기 중에서 어느 악취 물질의 농도가 $x \text{ ppm}$ 일 때, 악취의 세기를 I 라고 하면

$$I = 1.5 \log_{10} x + 2.5 \quad \text{인 관계가 성립한다고 한다.}$$

[참고 자료: 환경부, “악취 관리 업무 편람”]

=>악취가 인간 생활에 미치는 영향 알아보기, 대표적으로 악취가 발생하는 지역의 악취 농도와 세기 계산해보기

2. 인공 방사능 물질인 스트론튬 90은 30년마다 그 양이 반으로 줄어든다고 한다. 스트론튬 90의 처음 양이 100 g 일 때, x 년 후 남은 양을 $y \text{ g}$ 이라고 하면

$$y = 100 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{30}} \quad \text{인 관계가 성립한다.}$$

[참고 자료: Juan Jose Gomez Cadenas, “The Nuclear Environmentalist”]

=>많이 알려진 방사능 물질의 반감기 알아보기 반감기를 이용한 연대측정방법 알아보기, 원자력 발전소에서 유출된 방사능 물질이 일정량 이하로 떨어지려면 어느 정도의 시간이 지나야 하는지 계산해보기

3. 용액의 산성도는 pH로 나타낸다. 이때 용액의 pH는 용액에 포함된 수소 이온 농도가 $x \text{ mol/L}$ 일 때, $\log_{10} \frac{1}{x}$ 이라고 한다.

=> 일상 생활에서 쓰이는 화학 물질의 pH를 이용해 수소이온농도 계산해보기

4. 공기 중 산소의 농도는 21%이다. 공기 중에 산소 농도가 18% 미만이면 산소 결핍 상태, 16%이하면 산소 부족으로 인해 두통, 구토, 어지러움 등의 증상이 나타난다고 한다. 사무실을 환기하지 않고 10분 간격으로 산소 농도를 측정하였더니, 바로 전에 측정한 농도의 1%만큼 감소하는 것으로 나타났다고 한다.

(출처: 한국산업안전보건공단, 2009)

=> 사무실을 환기하지 않고 시간이 얼마나 지나면 인체에 해로운지 계산해보기, 여러 상황과 장소에서 산소의 농도는 어느 정도인지 조사해보기

5. 어느 지역의 하천은 하천 정화 작업으로 인해 생화학적 산소 요구량[BOD]이 매년 20 %씩 감소하고 있다.

=> 수질 개선을 위한 여러 가지 방법에 따른 BOD감소량 알아보고 하천의 물이 생활용수로 쓸 수 있는 수질이 되기 위해서 시간이 얼마나 필요한지 계산해보기

<물리, 공학>

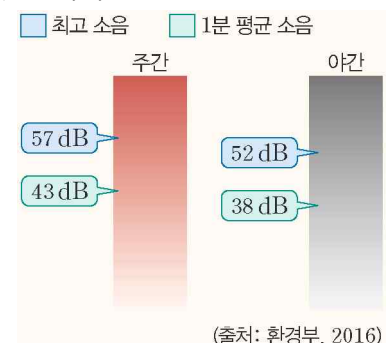
1. 소리의 세기가 $I \text{ W/m}^2$ 일 때, 소리의 크기를 $S \text{ dB}$ 이라고 하면 $S = 10 \log \frac{I}{I_0}$ 이다.

이때 I_0 은 사람이 들을 수 있는 가장 작은 소리의 세기로 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ 이다.

소리의 세기 $I \text{ W/m}^2$ 는 음원에서 떨어진 거리 $d \text{ m}$ ($d \neq 0$)의 제곱에 반비례한다.

즉, $I = \frac{k}{d^2}$ (k 는 상수)이다.

주간 소음은 소리의 세기에 따른 소리의 크기로 측정할 수 있는데, 법으로 정한 주간 소음의 허용 기준은 그림과 같다.



=> 여러 가지 소음의 세기와 크기를 알아보고 소음으로 인한 피해가 없기 위해서는 어느 정도의 거리가 필요한지 계산해보기, 주간소음을 유발하는 다양한 상황에서 소리의 세기 조사해보고 소리의 크기가 허용 기준을 넘는지 계산해보기

2. 금속에 열을 가했을 때, 금속의 온도는 시간이 흐름에 따라 변한다. 어느 금속의 처음 온도를 T_0 °C, 열을 가한 지 t 분 후 온도를 T °C라고 하면

$$3^{T-T_0} = (7t+6)^k (k \text{는 상수}) \text{이라고 한다.}$$

=> 여러 가지 금속의 시간에 따른 온도의 변화식을 찾아 계산해 보고 해당 금속의 성질 탐구해 보기

3. 유에스비(USB) 메모리에 표시된 용량이 n GB일 때 컴퓨터 운영 체제가 인식하는 실제 용량 $n \times \left(\frac{1000}{1024}\right)^3$ GB라고 한다.

=>USB 용량에 따른 실제 용량 계산해보고 표시 용량과 실제 용량이 차이나는 이유 탐구해보기

4. 화재가 발생한 건물의 온도는 시간에 따라 변한다. 어느 건물의 초기 온도를 T_0 °C, 화재가 발생한 지 x 분 후의 온도를 $f(x)$ °C라 하면

$$f(x) = T_0 + k \log(8x+1) (k \text{는 상수})$$

이라고 한다.

=> 상황에 따른 화재 발생 건물의 온도 계산해보고 건물 안에 있는 사람들을 구하려면 몇분 안에 진화를 시작해야 하는지 알아보기

5. 뉴턴(Newton, I., 1642~1727)은 시간에 따른 물체의 온도 변화는 그 물체의 온도와 물체 주변의 온도 차에 비례한다는 것을 발견하였는데 이를 ‘뉴턴의 냉각 법칙’이라고 한다. 즉 물체의 처음 온도를 $f(0)$, 물체 주변의 온도를 S , t 시간 후 물체의 온도를 $f(t)$ 라고 하면 다음이 성립한다.

$$f(t) - S = \{f(0) - S\} \times 2.7^{-kt} \quad (\text{단, } k \text{는 상수})$$

(출처: James Stewart, 『Calculus(eighth edition)』, 이지현, 『뉴턴이 들려주는 지수함수와 로그함수 이야기』)

=>과학수사에서 뉴턴의 냉각법칙이 사용되는 사례 알아보기

6. 처음에 약한 자극을 받으면 자극의 변화가 작아도 그 변화를 느낄 수 있지만, 처음부터 강한 자극을 받으면 자극의 변화가 훨씬 커야만 그 변화를 느낄 수 있다.

베버-페히너의 법칙(Weber – Fechner’s law)에 의하면 감각의 세기는 자극의 세기의 로그의 값에 정비례한다. 자극의 세기가 I 이고 감각의 세기가 S 일 때

$$4S = \log_{10} I \text{ 가 성립한다.}$$

(출처: “과학동아 DO!”, 2012년 6월호)

=> 여러 가지 상황에서 자극의 세기와 감각의 세기 알아보기

7. 네덜란드의 수학자이자 천문학자인 스넬(Snell, W. R., 1580~1626)은 1621년에 빛이 서로 다른 두 물질을 지날 때 다음과 같은 법칙이 성립함을 발견했다.

빛이 A 물질에서 B 물질로 입사할 때 빛의 입사각을 θ_1 , 굴절각을 θ_2 라 하고,

두 물질 A, B의 굴절률을 각각 n_1, n_2 라 하면

$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 가 성립한다. 이때 $\frac{n_2}{n_1}$ 는 상수이므로 $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 의 값 또한 각의 크기에 관계없이 일정하다.

(출처: 두산백과, 2016)

=> 굴절 현상을 찾아볼 수 있는 사례 또는 굴절 현상을 이용하는 사례를 조사해보고 여러 가지 물질의 굴절률을 알아본 뒤 입사각과 굴절각에 따른 상대굴절률 $\frac{n_2}{n_1}$ 구해보기

<지구과학>

1. 해저에서 일어난 지진의 규모를 M , 지진으로 발생하는 해일의 최고 높이를 H_m 라고 하면

$M = \log H + 6.5$ 인 관계가 성립한다고 한다.

[참고 자료: Antony Joseph, "Tsunamis"]

=> 과거에 있었던 지진해일에서 지진의 규모를 통해 해일의 최고 높이 계산해보고 지진해일의 피해를 줄이기 위한 방법 알아보기

2. 지진에 의하여 발생된 에너지의 양은 리히터 규모로 나타내는 데, 발생된 에너지를 E , 리히터 규모를 M 이라고 하면 다음 관계식이 성립한다.

$$\log E = 11.8 + 1.5M$$

=> 현재까지 일어났던 지진에 대하여 발생된 에너지의 양 계산해보고 해당 에너지에 의한 피해 상황 알아보기

3. 어느 지역에서 평균 해수면의 기압이 1기압일 때, 평균 해수면에서 높이가 H km인 곳의 기압을 P 기압이라고 하면

$H = -3.32 \log P$ 인 관계가 성립한다고 한다.

[참고 자료: 한국기상학회, "대기 과학 개론"]

=> 고지대에 위치한 도시에서 기압을 계산해보고 기압이 인체에 미치는 영향 알아보기

4. 자외선이 어느 필름을 한 장 통과할 때마다 통과하기 전 양의 80 %가 차단된다고 한다.

=> 자외선 차단 물질의 종류에 따른 차단률 알아보고 인체에 피해가 없으려면 몇겹의 필름을 사용해야 하는지 계산해보기

5. 어느 도시의 미세먼지 농도는 매년 4 %씩 증가한다고 한다.

=>도시별 미세먼지 농도 증가율 알아보고 미세먼지 저감을 위한 조치 알아보기

6. 케플러의 법칙에 의하면 행성의 공전 주기 T 의 제곱은 공전 궤도의 긴반지름의 길이 R 의 세제곱에 비례한다고 한다. 즉 상수 k 에 대하여 다음 식이 성립한다.

$$T^2 = kR^3$$

=> 여러 가지 행성의 공전 주기 계산해보기

7. 현재 기온이 $T^{\circ}\text{C}$, 풍속이 $V\text{ km/h}$ 일 때, 체감 온도($^{\circ}\text{C}$)는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$(\text{체감 온도}) = 13.1 + 0.6T + (0.4T - 11.4)V^{0.16}$$

=> 실제 기온과 체감온도의 차이가 많을 때와 적을 때 자료 찾아보고 그 때의 풍속 계산해보기

<경제,사회>

1. 처음 가격이 125만 원인 어느 태블릿 컴퓨터의 가격이 매년 20%씩 하락한다고 한다.

어느 기업의 매출액이 매년 일정한 비율로 늘어 30년 만에 2배가 되었다.

어느 펀드 상품에 A 원을 투자할 때, t 년 후의 이익금은 $A\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{t}{3}}$ 원이 된다고 한다.

=>관심 있는 제품의 가격 또는 기업의 매출의 변화 추이를 조사해 보고 현재의 추세대로라면 가격 또는 매출이 k 배가 되는 것은 언제인지 계산해보기

2. 크루아상은 밀가루 반죽을 편평하게 만들어 버터를 바르고 반죽을 3등분하여 양 옆을 접는 과정을 반복하여 만든다.

=>크루아상이 가장 맛있는 상태가 되려면 접는 과정을 몇 번 반복해야 하는지 계산해보기, 수타면을 몇 가닥 이상 뽑으려면 반죽을 접는 과정을 몇 번 반복해야 하는지 계산해보기

3. 어느 지역의 인구는 매년 $r\%$ 씩 증가하고 있다. 이 지역의 현재의 인구수를 a 라고 하면 x 년 후의 인구수 $f(x)$ 는 $f(x) = a \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^x$ 이다.

올해 관광객 수가 a 명인 서울의 어느 지역은 관광객 수가 크게 늘고 있어 x 년 후 이 지역을 찾는 외국인 수 $f(x)$ 는 $f(x) = a \times 1.07^x$ 이라고 한다.

=> 실제 지역의 인구수 또는 관광객 수의 변동률을 찾아보고 해당 지역의 인구수 또는 관광객 수가 일정 수준 이상이 되려면 몇 년이 지나야 하는지 계산해보기

4. 독일의 심리학자 에빙하우스(Ebbinghaus, H., 1850~1909)는 사람의 기억이 시간이 흐르면서 어떻게 감소하는지를 나타내는 망각의 법칙을 연구하였다.

이 법칙에 따르면 학습한 처음 기억 상태를 P_0 , t 개월 후 기억 상태를 P 라고 할 때,

$$P = \frac{P_0}{(t+1)^c}$$

인 관계가 성립한다고 한다. 이때 c 는 학습 종류에 따라 정해지는 상수이다. [참고 자료: Jaap M. J. Murre 외, “Power laws from individual differences in learning and forgetting”]

=> 학습 종류에 따른 c 의 값 찾아보고 학습 종류에 따라 몇 개월까지 내용을 기억할 수 있는지 계산해보기

5. 영국의 경제학자 맬서스(Malthus, T. R., 1766~1844)는 1798년에 출판한 저서인 “인구론(An Essay on the Principle of Population)”에서 다음을 말하였다.

‘아무런 통제가 없다면 인구는 기하급수적으로 증가하고, 생존 자원은 산술급수적으로 증가한다.’

즉 맬서스에 의하면 인간의 생존 자원인 식량은 동일한 시간에 동일한 양이 늘어난다. 반면에 인구수는 복리로 원금과 이자의 합을 계산하듯이 인구가 증가하면서 급격히 증가하게 된다. 따라서 어느 시점부터는 인구수가 식량의 양을 초과하게 되어 식량이 부족해질 것이라고 서술하였다.

=> 맬서스의 주장에 대해 구체적으로 알아보고 동의할 수 있는지 탐구해보기

(맬서스의 주장이 사실이라면 연수에 따른 인구수와 생존 자원 수를 나열한 수열은 각각 무슨 수열이 되는지 설명하고, “인구론”을 저술하였을 때의 세계 인구수가 약 8억 명이라고 할 때 해마다 얼마의 비율로 인구가 증가했는지 계산해보는 과정 포함시킬 것)

6. 단리법은 원금의 이자만을 지급하는 방법이고, 복리법은 원금에 이자를 더한 금액을 원금처럼 생각하여 이자를 지급하는 방법이다. 원금 a 원을 연이율 r 로 예금할 때, 단리법과 복리법으로 계산한 원리합계는 다음 표와 같다.

	1년 후	2년 후	3년 후	...	n 년 후
단리법	$a + ar$ $= a(1+r)$	$a + ar + ar$ $= a(1+2r)$	$a + ar + ar + ar$ $= a(1+3r)$...	$a(1+nr)$
복리법	$a + ar$ $= a(1+r)$	$a(1+r) + a(1+r) \times r$ $= a(1+r)^2$	$a(1+r)^2 + a(1+r)^2 \times r$ $= a(1+r)^3$...	$a(1+r)^n$

=> 단리법과 복리법을 사용하는 금융 상품의 종류를 각각 조사해보고 역사적으로 단리, 복리에 의해 차이가 크게 발생하게 된 사례를 알아본 뒤 수학적으로 차이를 구해보기