



GŁOS Z PROBÓWKI



OKIEM REDAKTORA...

Drodzy czytelnicy!

Sesja zbliża się wielkimi krokami, odłóżcie jednak na chwilę podręczniki i zanurczcie się w świecie chemicznych ciekawostek. Przedstawiamy Wam najnowszy numer „Głosu z probówki” - Gazetki Naukowego Koła Chemików UJ. W tym wydaniu dowiemy się jak działają leki przeciwbólowe, przypomnimy dobrą zabawę na Balu Chemika, a także rozważymy temat męskości.

Zaciekawieni? Zachęcamy do lektury!

SPIS TREŚCI

Z ŻYCIA WYDZIAŁU... /3

SPRAWOZDANIE Z BALU CHEMIKA (Ewa Nowak) /5

GDZIE CI MĘŻCZYŹNI? CZYLI KRÓTKIE STUDIUM NA TEMAT MĘSKIEJ PŁODNOŚCI (Katarzyna Szafrńska) /6

JAK DZIAŁAJĄ LEKI PRZECIWBÓLOWE? (Maja Stach) /11

SZTUCZNE MASZYNY—CZYLI OD PRZECHOWYWANIA INFORMACJI, PRZEZ NOWOCZESNE CZUJNIKI, AŻ PO WYŚCIGI W NANOSKALI (Marta Stefańska) /15

CHEMICZNE SUDOKU /20

CYKLOHEKSANOWA KRZYŻÓWKA /21



Lubisz pisać? A może wolisz robić zdjęcia? Prowadzisz badania lub chcesz może podzielić się przeczytanymi ostatnio chemicznymi ciekawostkami? Poszukujemy właśnie Ciebie!

Dołącz do Naszego zespołu i pomóż nam tworzyć kolejne wydania oficjalnej gazetki Naukowego Koła Chemików. Wszystkich chętnych zapraszamy do kontaktu z Alicją Fryc

R
E
D
A
K
C
J
A



Czerwiec

ZESPÓŁ REDAKCYJNY: Alicja Fryc, Maja Markowska,
Maja Stach, Paweł Kozyra

SKŁAD: Alicja Fryc

OKŁADKA: Maja Markowska

WYDAWCA



Naukowe Koło
Chemików UJ

Z ŻYCIA WYDZIAŁU...

CZYLI CO WYDARZYŁO SIĘ W OSTATNICH MIESIĄCACH

Styczeń 2023

		PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	NDZ
								1
12.01	Koncert świąteczny	2	3	4	5	6	7	8
27.01	Nocne Zakuwanie	9	10	11	12	13	14	15
30-31.01	Sesja zimowa	16	17	18	19	20	21	22
		23	24	25	26	27	28	29
		30	31					

Luty 2023

PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	NDZ		
		1	2	3	4	5	1-10 .02	Sesja zimowa
6	7	8	9	10	11	12	3 .02	Nocne Zakuwanie vol. 2
13	14	15	16	17	18	19	11.02	Bal Chemika
20	21	22	23	24	25	26		
27	28							

Marzec 2023

		PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	NDZ
2.03	Wyjście na łyżwy			1	2	3	4	5
14.03	Wyjście do Teatru Variete	6	7	8	9	10	11	12
22.03	Wyjście do kina pod Baranami	13	14	15	16	17	18	19
27.03	Wyjście na paintball laserowy	20	21	22	23	24	25	26
23.03	Wieczór z planszówkami	27	28	29	30	31		
30.03	W kółko, na okrągło o cukrzycy							

Kwiecień 2023

PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	NDZ		
					1	2		
3	4	5	6	7	8	9	4.04	Instrumentalne IQ
10	11	12	13	14	15	16	18.04	Akcja Helpers Generation
17	18	19	20	21	22	23	27.04	Wieczór z planszówkami
24	25	26	27	28	29	30		

Maj 2023

		PN	WT	ŚR	CZ	PT	SO	NDZ
8.05	Spotkanie otwarte z Profesorem Bartoszem Grzybowski	1	2	3	4	5	6	7
11.05	Zaplanuj karierę Możliwości w firmie Farmaceutycznej	8	9	10	11	12	13	14
25.05	Wieczór z planszówkami, Krakowski Czwartek Kryminalny	15	16	17	18	19	20	21
		22	23	24	25	26	27	28
25-26.05	Konferencja Młodych Chemików Sądowych	29	30	31				

SPRAWOZDANIE Z BALU CHEMIKA

O wydarzeniu zrzeszającym wszystkich obecnych i przyszłych chemików Uniwersytetu Jagiellońskiego, czyli „Balu Chemika 2023” z całą pewnością słyszał już każdy student, prowadzący i pracownik naszego Wydziału. Przeczytajcie krótką relację i myślcie o swoich kreacjach na następne edycje...

11 lutego 2023 r. nie spała jedna z krakowskich dzielnic, gdyż tej nocy o godzinie 19:00 w Hotelu Kazimierz oficjalnie rozpoczął się „Bal Chemika”. Członkini WRSS Wydziału Chemii UJ - Patrycja Jagielska - w imieniu organizatorów: Wydziałowej Rady Samorządu Studentów, Naukowego Koła Chemików oraz Naukowego Koła Chemii Medycznej i Środowiskowej przywitała wszystkich przybyłych 132 gości oraz serdecznie podziękowała Panu Dziekanowi Wojciechowi Macykowi za wsparcie otrzymane ze strony Wydziału Chemii. Całe wydarzenie nie mogłoby się odbyć bez wsparcia Samorządu Studentów UJ reprezentowanego przez przewodniczącą obecną na balu – Katarzynę Jedlińską. Po pozdrowieniu społeczności studenckiej i życzeniu szampańskiej zabawy, został wzniesiony toast a wraz z nim zaproszono na obiad, aby mieć siłę na całą noc pełną wrażeń i emocji. Na sali rozległa się muzyka i każdy dał się porwać na parkiet, aby choć jednej nocy zapomnieć o obowiązkach, a w tamtym okresie również o sesyjnych zmaganiach.



W międzyczasie można było uwiecznić pamiątkowe chwile w fotobudce i zrobić sobie zdjęcia ze swoimi osobami towarzyszącymi, kolegami i koleżankami.

Przez całą noc catering hotelu rozpieszczał nas niezwykłymi przekąskami i deserami, a DJ nie zapomniał o tradycyjnej już belgijce, czy innych zabawach. Bal trwał do samego rana, a i tak każdy żałował, że tak szybko się skończył...

Ewa Nowak

studentka II roku chemii na Uniwersytecie Jagiellońskim

Gdzie ci mężczyźni?

Czyli krótkie studium na temat męskiej płodności.

Uwaga! Poniższy tekst ma charakter nie tyle popularnonaukowego artykułu, co raczej żartobliwego (choć w dalszym ciągu popularnonaukowego) felietonu – autorka prosi więc, by czytelnicy mieli ten fakt na uwadze i nie mieli jej za złe porzucenia suchego języka faktów...

Niezbyt elegancko jest przysłuchiwać się rozmowom współpasażerów jadącym tym samym tramwajem, niemniej jednak czasami takie sytuacje jak poniższa bywają nieuniknione. Tramwaj linii 18 (jeszcze za czasów, gdy kursował regularnie), godziny popołudniowe, okolice Poczty Głównej. Do pojazdu wsiada dziewczyna (niebrzydka!) w wieku okołomaturalnym. W jej postawie i głosie zauważalna jest delikatna irytacja. Do słuchawki telefonu dość głośno wypowiada słowa, które sprawiają, że większość pasażerów zaczyna się intensywnie w nią wpatrywać – ktoś parska, ktoś kręci głową z niesmakiem, a dwie rozmawiające ze sobą staruszki przytakują i wymieniają porozumiewawcze spojrzenie. A cała wypowiedź dziewczyny sprowadzała się do słów: „Nie ma! No przecież mówię ci, że nie ma! Żadnego chłopaka! Żadnego faceta! Może kiedyś byli, w poprzednich pokoleniach, ale na pewno nie teraz...”

Niestety, dziewczyna nie miała racji – w poprzednich pokoleniach zdarzały się przekonania identyczne do prezentowanych przez młodą pasażerkę. Pozostaje tu jedynie przywołać słowa piosenki Danuty Rinn, która już pół wieku temu śpiewała

„Gdzie ci mężczyźni?”. Oczywiście, mężczyźni (lub może raczej, dla poprawności i ułatwienia, użyjmy tu określenia „osoby posiadające kariotyp 46, XY”) byli, są i nic nie wskazuje na to, żeby w najbliższym czasie przestali się rodzić. Skąd więc pytania typu „Gdzie te chłopcy?” i odpowiedź „Nie ma!”? Czy wynikają jedynie z nierealistycznych oczekiwań i zawyżonych wymagań? Czy może faktycznie w sferze szeroko rozumianej męskości występuje aktualnie swoisty regres?



<https://cdnstatic8.com/ferricelli.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/12/gravata-standard.jpg>

Nie można rozpocząć rozważań na temat męskości bez zarysowania ram jej definicji. Powołując się na słownik języka polskiego, męskość można rozumieć jako „cechy typowe lub uchodzące za typowe dla mężczyzny” czy też „potencję płciową mężczyzny”.

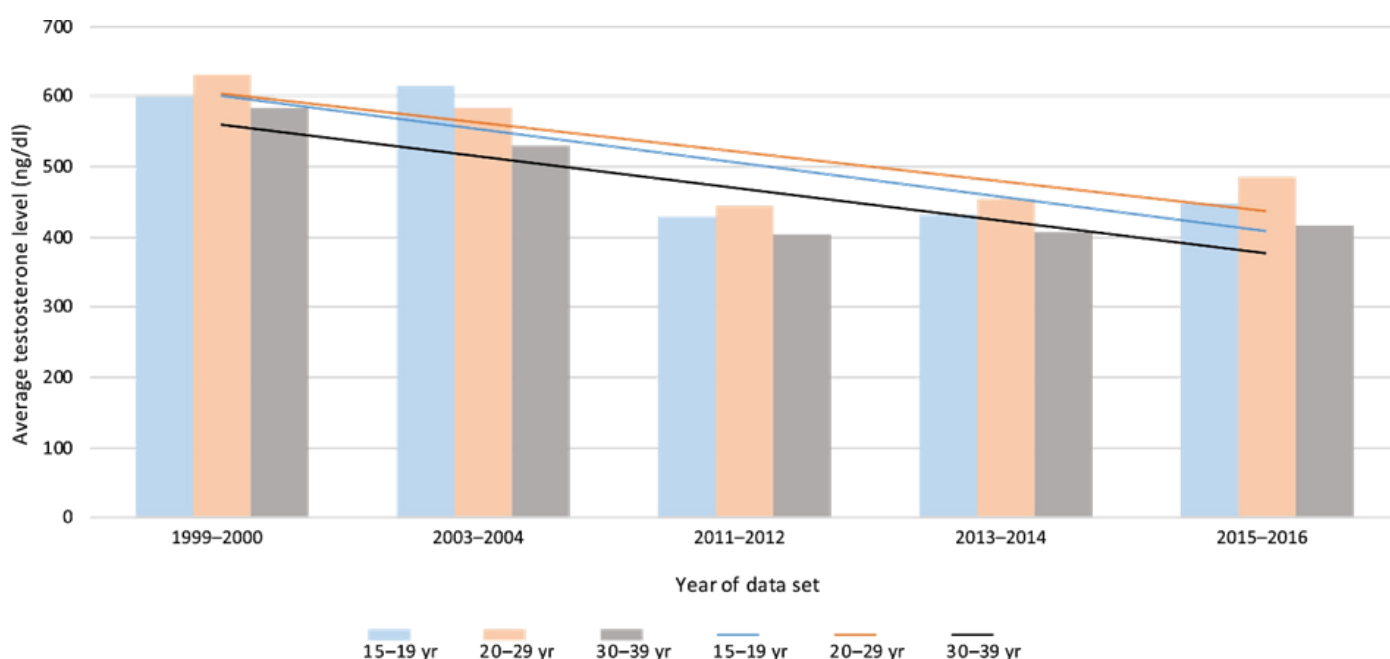
jeden z przykładów popularnego w mediach podejścia wyolbrzymiającego rolę testosteronu tak, aby nadać sferze nauki aurę sensacji. Dociekliwy badacz powinien być jednak w tej kwestii ostrożny – należy pamiętać, że poziom tego hormonu wpływa na wiele funkcji organizmu, ale sam jest też regulowany przez wachlarz różnych czynników – razem tworzą one szeroką sieć powiązań, tak więc nadmierne uogólnienia mogą prowadzić do błędnych wniosków. (Ryc. 1.)

(Ryc. 1.)



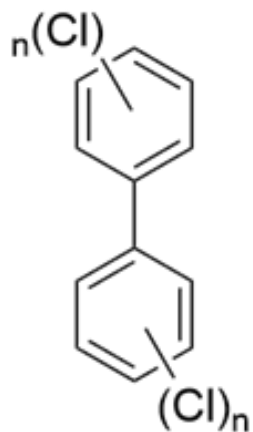
Co jest więc faktem, a co mitem? Literatura wskazuje m. in. na pewne powiązania między poziomem stresu a poziomem testosteronu – spadał on u mężczyzn o większym narażeniu na stres. [2] Co do agresji – u zwierząt zaobserwowano zwiększenie częstotliwości agresywnych zachowań po podaniu testosteronu. Stwierdzono też wyższy poziom tego hormonu u agresywnych więźniów – jednak na podstawie tego badania nie można jednoznacznie stwierdzić korelacji między testosteronem a agresją, gdyż w zamkniętych, jedynie samczych środowiskach, poziom tego androgenu rośnie w wyniku walki o dominację. Przy wielu wzajemnych zależnościach niemal niemożliwe staje się stwierdzenie, co konkretnie jest przyczyną, a co skutkiem.

Abstrahując od funkcji testosteronu w organizmie, niepokojącą zdaje się być tendencja do obniżania się poziomu tego hormonu u mężczyzn. [3] Zespół ze Stanów Zjednoczonych przeprowadził badania, z których wynika, że na przestrzeni 17 lat poziom testosteronu u nastolatków i młodych mężczyzn obniżył się (Ryc. 2.). Z kolei zespół z Izraela prześledził średni poziom hormonu wśród męskiej populacji jeszcze od lat 70. – również tam zaobserwowano tendencje spadkowe. [4] Przyczyna zanotowanych zmian jak dotąd nie jest znana.



Rycina 2. Średni poziom testosteronu u nastolatków i młodych mężczyzn (wg wieku). [3]

Co zatem stoi za domniemanym „kryzysem męskości”? Być może odpowiedzi należy szukać w środowisku naturalnym oraz jego rosnącym zanieczyszczeniu? Winę najprawdopodobniej ponosi sam człowiek...



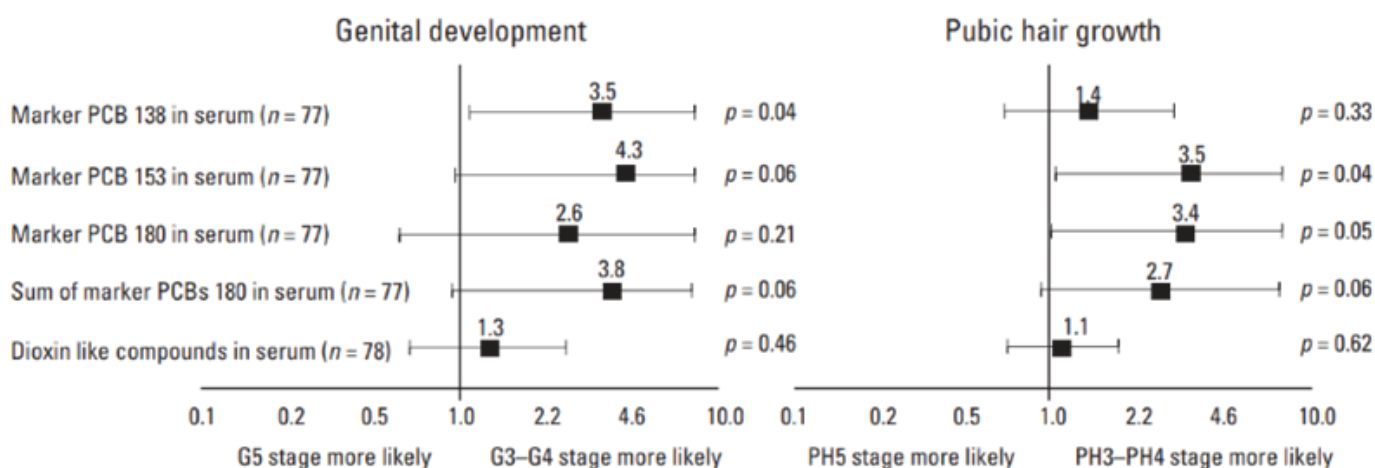
Rycina 3. A. Wzór ogólny polichlorowanych bifenyli [5]

PCB, czyli polichlorowane bifenyly (Ryc. 3A.) były popularnym plastyfikatorem, składnikiem smarów, a ze względu na właściwości izolacyjne – również olejów transformatorowych. Były, gdyż ze względu na szkodliwy wpływ na środowisko w 2001 roku zabroniono ich produkcji. Zakaz nie

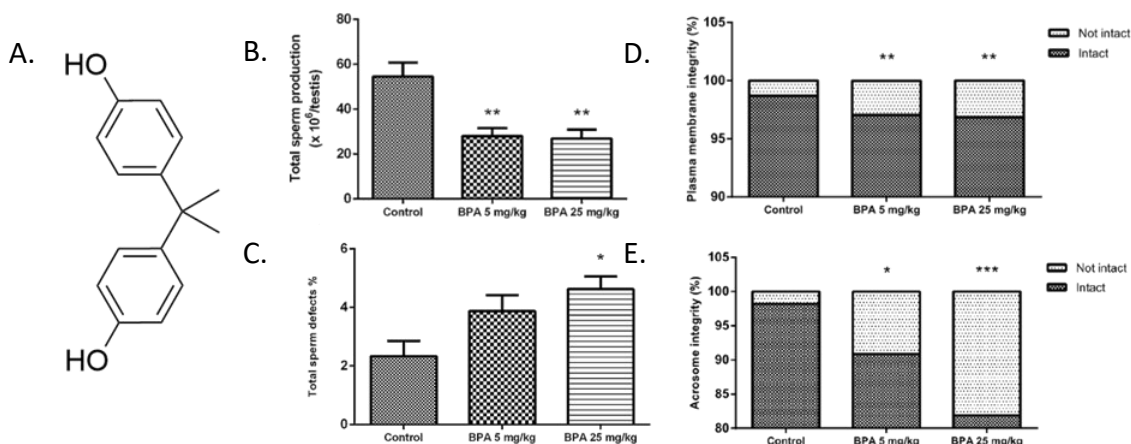
usunął jednak tych związków ze środowiska

– narażenie na nie w dalszym ciągu jest problemem. Okazuje się, że młodzi chłopcy, wychowujący się w rejonach szczególnie narażonych na PCB, dojrzewali wolniej niż ich rówieśnicy zamieszkujący bezpieczniejsze obszary. [5]

Zaobserwowana została korelacja między podwyższonym poziomem markerów PCB u chłopców a stadiem rozwoju płciowego i obecnością owłosienia łonowego (Ryc. 3B.) Nastolatkomie narażeni na PCB częściej znajdowali się w fazach 3 lub 4 rozwoju płciowego w skali Tannera, niż ich równolatki, którzy znajdowali się już w finalnej fazie 5.



Rycina 3. B. Zależność między obecnością markerów PCB w osoczu a fazą rozwoju płciowego i rozwojem owłosienia łonowego. [5]



Rycina 4. A. Wzór strukturalny BPA; Parametry jakości nasienia u szczurów Wistar: B. Liczebność plemników; C. Defekty plemników; D. Integralność błony komórkowej; E. Integralność akrosomu. [7]

Bisfenol A (BPA) (Ryc. 4A.), związek stosowany podczas produkcji tworzyw sztucznych (głównie poliwęglanów i żywic epoksydowych) jako ko-monomer, to druga z substancji, która, zanieczyszczając środowisko i dostając się do organizmów mężczyzny, może „zagrozić” ich męskości. Pośrednio wskazuje na to wiązanie się BPA do estrogeno-zależnego receptora gamma [6] oraz badania przeprowadzone na samcach szczura Wistar. [7] Zwierzęta narażone na BPA wykazały spadek jakości nasienia: zaobserwowano zmniejszoną liczbę plemników w nasieniu, a także zwiększoną częstotliwość defektów w ich budowie i zmniejszoną integralność błony komórkowej. (Ryc. 4B., C., D. i E.) Jak dotąd nie przeprowadzono podobnego badania u ludzi.

Chociaż w tekście poświęconym „kryzysowi męskości” kuszącym zdaje się poruszenie kwestii eksperymentu „mysiej utopii” Johna Calhouna, autorka pozwoli sobie pominąć ten temat ze względu na cień kontrowersji spoczywający na powyższym

eksperymentcie. Pozostaje pozyczyć ludzkości, aby nie spotkał jej podobny los, co myszy Calhouna, a ciekawskiego czytelnika odesłać do literatury na ten temat.

„Gdzie ci mężczyźni?” Tak naprawdę tuż obok. Aby zaś dotyczący ich „kryzys” nie stał się realnym problemem, wystarczy tylko (i aż!) zadbać o ich zdrowie – oraz o zdrowie naszej Planety.

Katarzyna Szafrńska
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum,
Wydział Farmaceutyczny, Zakład Chemii Leków
katarzyna.aleksandra.szafranska@student.uj.edu.pl

Literatura:

- [1] Sullivan A. The He hormone. The New York Times Magazine, 2000, April 2.
- [2] Zitzmann M., Nietschlag E., Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: facts and constructs, *European Journal of Endocrinology* 2001: 144(3), 183 – 197.
- [3] Lokeshwar S. D., Patel P., Fantus R. J., Halpern J., Chang C., Kargi A. Y., Ramasamy R., Decline in serum testosterone levels among adolescent and young adult men in the USA, *European Urology Focus* 2021: 7(4), 886 – 889.
- [4] Chodick G., Epstein S., Shalev V., Secular trends in testosterone – findings from a large state-mandate care provider, *Reproductive Biology and Endocrinology* 2020: 18:19
- [5] Den Hond E., Roels H. A., Hoppenbrouwers K., Nawrot T., Thijs L., Vandermeulen C., Staessen J. A., Sexual maturation in relation to polychlorinated aromatic hydrocarbons: Sharpe and Skakkebaek's hypothesis revisited, *Environmental Health Perspectives* 2002: 110(8), 771 – 776.
- [6] Matsushima A., Kakuta Y., Teramoto T., Koshida T., Liu X., Oxada H., Shimohigashi Y., Structural evidence for endocrine disruptor bisphenol A binding to human nuclear receptor ERR. *Journal of Biochemistry* 2007: 142(4), 517 – 524.
- [7] Wisniewski P., Romano R. M., Kizys M. M. L., Oliveira K. C., Kasamatsu T., Giannocco G., Romano M. A., Adult exposure to bisphenol A (BPA) in Wistar rats reduces sperm quality with disruption of the hypothalamic-pituitary-testicular axis. *Toxicology* 2015: 329, 1 – 9.

JAK DZIAŁAJĄ LEKI PRZECIWBÓLOWE?

Leczeniem i badaniem bólu zajmuje się obecnie jedna z bardzo szybko rozwijających się nauk medycznych – algeziologia. W porównaniu do anestezjologii zajmującej się znieczulaniem i uśmierzaniem bólu przed- lub pooperacyjnego, algeziologia jest nauką skupiającą się na badaniu i leczeniu bólu dotychczas występującego. Mimo iż jest to dla nas nieprzyjemne doznanie wiążące się niekiedy z długotrwałym cierpieniem i budzące niepokój, to jednak w większości przypadków ból jest dobrym zjawiskiem - ostrzega nas przed rozwojem stanu zapalnego, zwiastuje choroby, a także chroni nasz organizm dzięki uruchomieniu procesów odpowiedzialnych za utrzymanie równowagi.

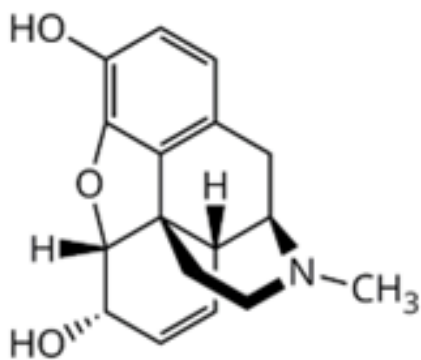


Można wyróżnić dwa rodzaje bólu: ostry i przewlekły. Ten pierwszy ustępuje stosunkowo szybko – w upływie kilku dni, tygodni. Nieco bardziej niebezpieczny dla zdrowia jest za to ból przewlekły, który zwykle utrzymuje się dłużej niż pół roku i wywołuje negatywne skutki dla zdrowia jak na przykład zaburzenia snu czy nadwrażliwość zmysłów, a nawet może być

przyczyną depresji. Ból tego rodzaju jest klasyfikowany do leczenia w Poradni Leczenia Bólu, choć wiele pacjentów wciąż nie wie o jej istnieniu, a część zwleka ze zgłoszeniem się z powodu obawy przed wizytą. Należy jednak pamiętać, że celem wizyty w Poradni Leczenia Bólu jest proces prowadzący do wyeliminowania bólu, a zwlekanie z wizytą znacząco pogarsza problem pacjenta.

Powiedzmy nieco o właściwościach najpopularniejszych leków przeciwbólowych.

Za pierwszy na świecie środek przeciwbólowy uważa się opium, które hodowano już nawet 3000 lat p.n.e. Opium otrzymuje się z soku mlecznego niedojrzałego maku lekarskiego (*Papaver somniferum*). Ta substancja posiada około 20 alkaloidów, będących pochodnymi fenantrenu (jak na przykład morfina czy kodeina) i izochinoliny (m.in. papaweryna). W 1804 roku niemiecki farmaceuta Friedrich Sertürner wydobyl z opium krystaliczną morfinę stosowaną w medycynie do dziś. Ze względu na właściwości narkotyczne obecnie przepisywana jest przez lekarzy w przypadku silnych dolegliwości bólowych, gdy inne leki nie okazały się pomocne. Sole morfiny mają również swoje zastosowanie w anestezjologii, gdzie wykorzystywane są w celu znieczulania pacjentów przed operacjami.



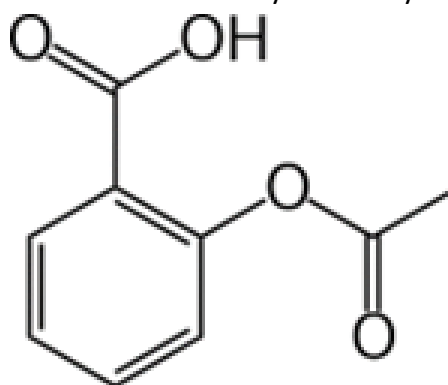
Rysunek 1. https://es.wikipedia.org/wiki/Morfina#/media/Archivo:Morphin_-_Morphine.svg

Pod względem chemicznym morfina jest związkiem czteropierścieniowym, z czego jeden pierścień jest pierścieniem aromatycznym. W strukturze morfiny występuje 5 asymetrycznych atomów węgla oznaczonych odpowiednią konfiguracją absolutną. Pojedyncza cząsteczka zawiera grupę aminową (N-metylopiperydyna), grupę fenolową oraz grupy hydroksylowe. Działanie przeciwbólowe morfiny możliwe jest dzięki obecności wolnej grupy fenolowej i wykazuje go jedynie lewoskrętna forma tego związku. Delikatnie zasadowy charakter morfiny pozwala na tworzenie rozpuszczalnych w wodzie soli – chlorowodorków i siarczanów. W przemyśle farmaceutycznym morfina występuje właśnie w tych dwóch postaciach. W organizmie substancja jest wiązana dzięki receptorom opioidowym, a konkretniej – receptorom μ . Jest to możliwe dzięki występowaniu w związku IV-rzędowego atomu węgla, który dopasowuje się przestrzennie do receptorów jak „klucz do zamka”. Zmodyfikowanie struktury morfiny, np. wprowadzenie nowego podstawnika, nie eliminuje powinowactwa tego związku

do receptorów opioidowych, za to może istotnie wpłynąć na sposób oddziaływania z receptorami i tym samym zmienić terapeutyczne zastosowanie leku.

Przejdźmy do nienarkotycznych leków przeciwbólowych, znacznie powszechniej stosowanych. Pierwszym przykładem niech będą pochodne kwasu salicylowego. Najpopularniejszy z tej grupy jest oczywiście kwas acetylosalicylowy będący substancją czynną Polopiryny czy Aspiryny – leków, po które najczęściej sięgamy, gdy dopada nas przeziębienie.

Obecność w związku grupy karboksylowej powoduje delikatnie kwasowy charakter. By zwiększyć rozpuszczalność kwasu acetylosalicylowego, tworzy się jego sole z zasadami, najczęściej nieorganicznymi. Przykładem może być wodorotlenek wapnia i wodorotlenki innych berylowców czy



Rysunek2: https://pl.wikipedia.org/wiki/Kwas_acetylosalicylowy#/media/Plik:Aspirin-skeletal.svg

litowców. Jako iż jest to substancja nietrwała (bardzo łatwo ulega hydrolizie do kwasu salicylowego i octowego), należy przechowywać ją w temperaturze poniżej 25 stopni Celcjusza. Lek ten wykazuje stosunkowo niewielką aktywność przeciwbólową, za to większą obwodową – eliminuje gorączkę i działa przeciwzapalnie.



Mówiąc o kwasie salicylowym, należy wspomnieć o salicylamidzie (2-hydroksybenzamidzie) – amidzie kwasu salicylowego, którego wzorem sumarycznym jest $C_7H_7NO_2$. Salicylamid wykazuje właściwości identyczne dla kwasu acetylosalicylowego – przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwgorączkowe, z tą różnicą, że wykazuje silniejsze działanie przeciwbólowe, a słabsze przeciwgorączkowe i przeciwbólowe.

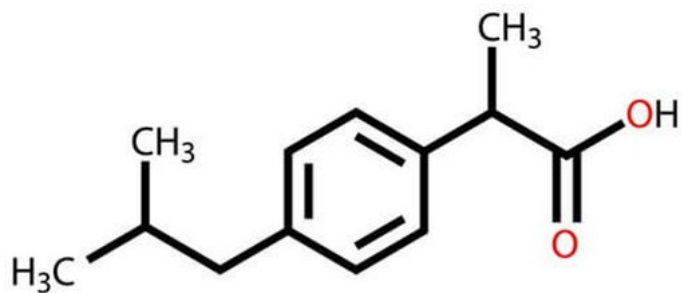
Pochodne kwasu salicylowego – salicylany – wykazują również działanie przeciwzakrzepowe wynikające ze zdolności hamowania aktywności cyklooksygenazy (enzymu wytwarzającego substancję zlepiającą płytki krwi). Ta właściwość może być wykorzystywana w celu leczenia nadkrzepliwości, ale zarazem może zwiększać ryzyko krwawień. W związku z tym nie zaleca się pacjentom stosować tych leków przed zabiegami i operacjami.

Mimo rozpowszechnienia salicylanów istnieje duży odsetek ludzi wykazujących nietolerancję na te leki, a część z nich po spożyciu doświadcza tak zwanej astmy

aspirynowej. W przypadku stwierdzenia alergii należy więc zaprzestać stosowania tych leków oraz unikać pokarmów, w których mogą one występować.

Inną ważną substancją przeciwbólową, królującą na rynku farmaceutycznym jest Ibuprofen – pochodna kwasu propionowego.

Nie bez powodu jest on numerem jeden wśród sprzedawanych w Polsce leków. Dzięki skuteczniejszemu działaniu przeciwzapalnemu i braku właściwości drażniących stał się alternatywą dla kwasu acetylosalicylowego. Ibuprofen, a inaczej kwas (RS)-2-[4-(2-metylopropylo)fenylo]propanowy, występuje zazwyczaj w postaci racematu lub soli (z lizyną czy metyloglutaminą). Obecnie otrzymuje się go w procesie trójetapowym. Substancją wyjściową jest izobutylobenzen, który zostaje poddany acetylacji (podstawieniu atomu wodoru grupą acetylową) w środowisku fluorowodoru. Utworzony keton jest następnie uwodorniany do alkoholu.



<https://krokdozdrowia.com/ibuprofen-co-warto-o-nim-wiedziec/>

Alkohol z kolei ulega karbonylowaniu (przyłączaniu cząsteczek węgla), w wyniku czego powstaje produkt końcowy Ibuprofen. Co ciekawe, synteza tego leku jest zaprojektowana według koncepcji „zielona chemia”, czyli tak, by na jej drodze maksymalnie ograniczyć powstawanie substancji toksycznych.

Wymienione powyżej leki są zdecydowanie najczęściej wybierane przez pacjentów. Warto jednak wspomnieć jeszcze o jednym środku przeciwbólowym - lidokainie. Związek ten jest pochodną acetanilidu, a w celach medycznych stosuje się zwykle jego chlorowodorek. Przygotowywany jest w formie aerozolu, żelu i roztworu do wstrzyknięć. Najczęściej wybraną formą do spożycia są pastylki do ssania. Należy



jednak pamiętać, że lidokaina, jak wiele innych substancji stosowanych powszechnie na ból gardła, ma jedynie działanie znieczulające i nie likwiduje przyczyny bólu, jaką zwykle są bakterie czy wirusy. Substancje na ból gardła, które wykazują zarówno właściwości

znieczulające jak i lecznicze są zwykle przepisywane na receptę (np. oktenidyna).

Przemysł farmaceutyczny oferuje nam ogromny wybór środków przeciwbólowych, zarówno tych bez recepty jak i na receptę. Mimo iż nauka o lekach wydaje się skomplikowana, a ogrom materiału i nowych pojęć może być przytłaczający, to właśnie dzięki poznaniu konkretnych substancji chemicznych „od środka” jesteśmy w stanie skutecznie zwalczać ból, utrudniający nam nieraz codzienne funkcjonowanie .

Maja Stach

studentka I roku chemii
na Uniwersytecie Jagiellońskim

Literatura:

<https://analgomed.pl/blog/rodzaje-bolu-jak-typ-bolu-wplywa-na-sposob-leczenia/>

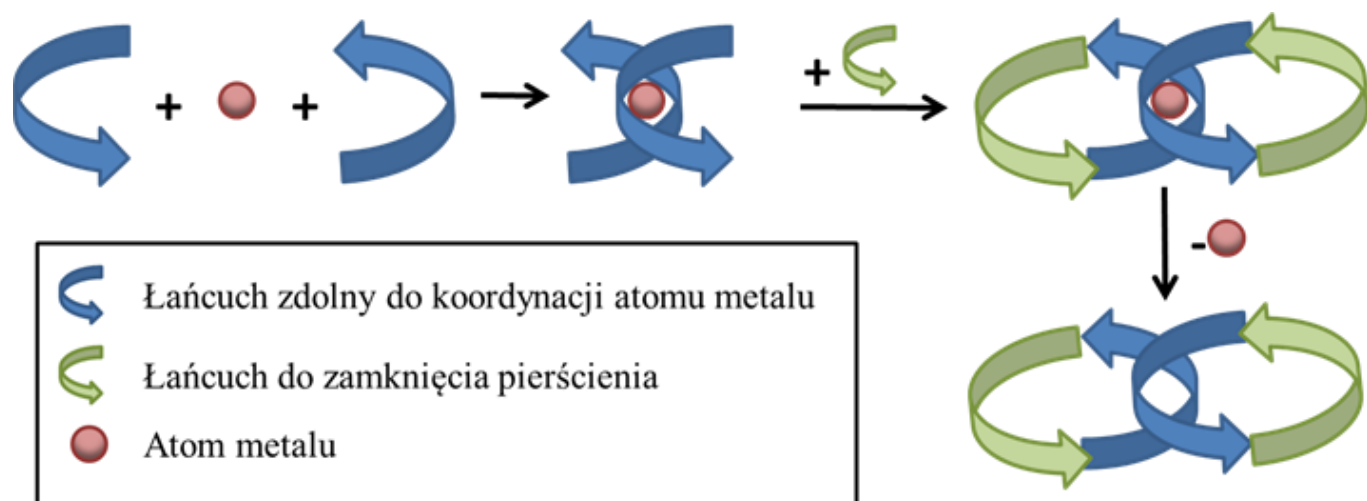
“Chemia leków” pod redakcją Alfreda Zejca i Marii Gorczyicy

SZTUCZNE MASZINY - CZYLI OD PRZECHOWYWANIA INFORMACJI, PRZEZ NOWOCZESNE CZUJNIKI, AŻ PO WYŚCIGI W NANOSKALI!

Myśląc o cząsteczkach jako chemicy, zwykle skupiamy naszą uwagę na ich chemicznych właściwościach, najczęściej zastanawiamy się nad ich reaktywnością lub zagłębiamy się w fizyczne właściwości badanego związku. Tym razem jednak spróbujemy zwrócić się w mniej konwencjonalnym kierunku i rozważmy naszą cząsteczkę w innej kategorii – potraktujmy ją jako ultra małą maszynę, która przez swój ruch np. rotację jest w stanie wykonać pewną pracę. Nieco innowacyjne, nieprawdaż? Okazuje się, że takie zastosowanie molekuł może być niezwykle użyteczne. Maszyny molekularne – bo o nich mowa – przypominają różne narzędzia, które znamy z codziennego życia, ale z tą różnicą, że działają w nanoskali a ich praca jest raczej stymulowana przez czynniki chemiczne lub fizyczne niż mechaniczne działanie.

Od dłuższego czasu w literaturze można było trafić na określenie „maszyn biologicznych”, które odnoszą się do skomplikowanych struktur, głównie białkowych, obecnych w żywych

organizmach. Dobrym przykładem mogą być tutaj kinezy, które w bardzo sprytny sposób przemieszczają się wzdłuż mikrotubul i uczestniczą w procesach komórkowych. Podobnie do kinezyn, dyneiny również wykorzystują mikrotubule jako trakcje wzdłuż których się poruszają, jednocześnie uczestnicząc w transporcie komórkowym lub poruszaniu wiciami, jeżeli komórka takowe posiada. Innym ciekawym przykładem maszyn biologicznych może być zwykły skurcz mięśni oparty na interakcji aktyny i miozyny czy działanie syntazy ATP – jednego z kluczowych elementów łańcucha oddechowego. Jak to często bywa z wymyślaniem nowych wynalazków, inspiracja czerpana jest z natury. Tak i było w tym przypadku. Bezpośrednią inspiracją do stworzenia maszyn molekularnych i ich zaprojektowania były maszyny biologiczne. Istotny wkład w rozwój tej dziedziny mieli profesorowie: Jean-Pierre Sauvage, Fraser Stoddart i Bernard L. Feringa, którzy w 2016 roku za swoje badania zostali nagrodzeni Nagrodą Nobla .



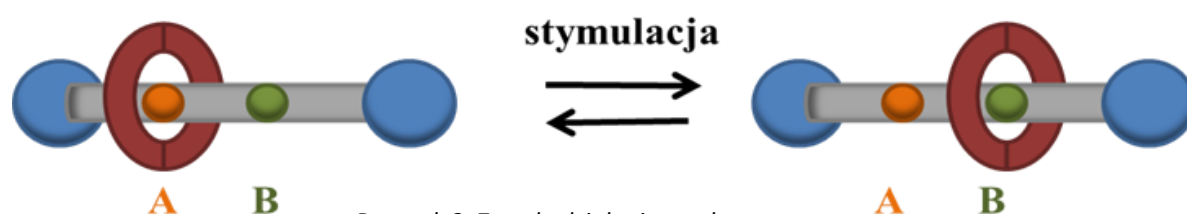
Rysunek 1. Schemat reakcji otrzymywania kantenanu.

Struktury maszyn molekularnych odznaczają się niezwykle ciekawą architekturą, która w niebanalny sposób wpływa na ich działanie. Jednym z kluczowych systemów są splecione pierścienie, które nie są ze sobą połączone żadnym bezpośrednim wiązaniem chemicznym, a jedynie zaczepione o siebie tak, jak ogniwa w łańcuchu. Jak można sobie wyobrazić otrzymanie takiej struktury stanowiło duże wyzwanie dla chemików, gdyż prawdopodobieństwo wzajemnego szczepienia się dwóch łańcuchów w trakcie zamykania pierścienia jest niezwykle małe. Potrzebna była więc odrobina sprytu i... znajomości chemii koordynacyjnej! Bowiem, jednym ze sposobów na otrzymanie takiego systemu jest użycie metalu, który może skoordynować obydwa łańcuchy. W łańcuchach obecny musi być

fragment, który przyłącza się w roli liganda do atomu metalu – wówczas dwa łańcuchy są wystarczająco blisko siebie, żeby podczas reakcji zamykania pierścienia mogły się ze sobą spleść. Ostatnim etapem jest pozbycie się metalu (np. poprzez wymianę na inne ligandy, preferowane przez dany metal) i tak oto kantenan – bo tak nazywa się system dwóch splecionych makrocykli – jest gotowy!

Inną, równie interesującą strukturą jest rotaksen, składający się z dwóch molekuł – liniowej oraz cyklicznej, która jest osadzona na tej pierwszej. Struktura liniowa posiada pewne domeny – nazwijmy je A i B – które oddziałują z makrocyclem. Zwykle jedna z tych domen (A) jest preferowana, dlatego też znalezienie pierścienia w jej obrębie jest znacznie bardziej prawdopodobne. Jeżeli jednak poddamy nasz rotamer działaniu jakiegoś czynnika np. kwasu/zasady/światła itd... domeny A i B mogą ulec zmianom – w najprostszym przypadku będzie to protonacja lub deprotonacja. To z kolei zmienia charakter oddziaływania między domenami A i B a pierścieniem i może okazać się, że po wystąpieniu tego czynnika

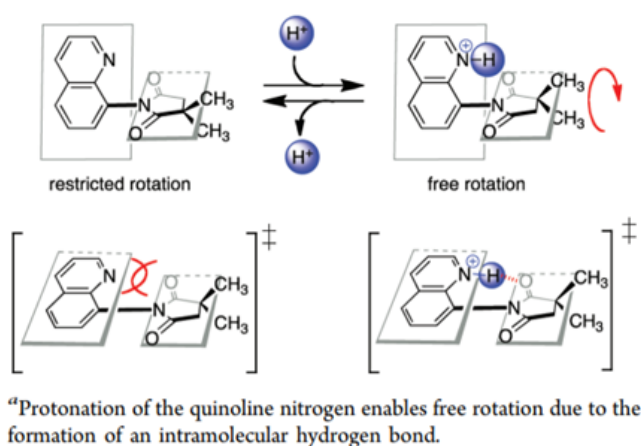
odpowiadają liczbom np. 0 i 1. Teraz wyobraźmy sobie, że mamy dużo takich rotamerów a każdy z nich jest w określonym stanie 0 lub 1, czyż nie zbliża nas do systemu binarnego, którego używamy do kodowania informacji? Możemy więc wykorzystać wspomniany mechanizm do ich efektywnego kodowania i przechowywania w przyszłości! W obliczu coraz to większej potrzeby zbierania i gromadzenia danych może okazać się to niezwykle przełomowe. Obecnie prowadzone są badania nad wykorzystaniem rotaksenów w DRAM (ang. Dynamic Random Access Memory). Liniowa cząsteczka zawiera dwie domeny – dioksonaftalen i fulwalen. Preferowaną pozycją dla pierścienia jest fulwalen,



Rysunek 2. Zasada działania rotaksenu.

pierścień przemieści się do pozycji B ze względu na korzystniejsze oddziaływanie. Mamy więc dwie możliwości – pierścień w domenie A, gdy system jest „wyłączony” lub pierścień w domenie B, gdy wspomniany czynnik spowoduje „włączenie” naszego systemu. To co nasuwa się w pierwszej myśli to zastosowanie rotamerów, wrażliwych na zmianę określonego parametru, w roli czujników. Możemy jednak iść krok dalej i wyobrazić sobie, że pozycja A i pozycja B

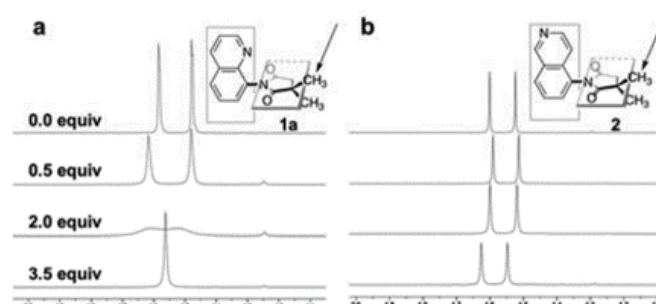
jednak przyłożenie zewnętrznego napięcia powoduje utlenienie fulwalenu i pierścień przemieszcza się w kierunku dioksonaftalenu. Mimo iż badania wyglądają bardzo obiecująco, problemem są pewne defekty w architekturze otrzymanego systemu, które muszą zostać rozwiązane, żeby rotakseny w roli nośników pamięci znalazły praktyczne zastosowanie.



Rysunek 3.1 Protonowy silnik molekularny napędzany kwasem (Za zgodą B. E. Dial, P. J. Pellechia, M. D. Smith, K. D. Shimizu, *Proton Grease: An Acid Accelerated Molecular Rotor*, Journal of the American Chemical Society 2012, 134 (8), 3675-3678. Copyright 2022 American Chemical Society).

W projektowaniu maszyn molekularnych często wykorzystuje się również zjawisko atropoizomerii – stereoizometrii wynikającej z zablokowanej rotacji wokół pojedynczego wiązania. Powoduje to, że mimo braku centrum chiralnego w cząsteczce, związek może wykazywać chiralność osiową. Znalazło to szczególne zastosowanie dla maszyny molekularnej umieszczonej na rysunkach 3.1 i 3.2.. Ze względu na zawadę steryczną rotacja wiązania jest zablokowana, jednak jeżeli obniżymy pH, proton dołącza się do atomu azotu w chinolinie. Wówczas między nim, a atomem tlenu z sąsiedniego pierścienia tworzy się wiązanie wodorowe, które nieco stabilizuje ułożenie obu pierścieni w jednej płaszczyźnie – wiązanie nie jest zablokowane a pierścienie mogą rotować względem siebie. Bezpośrednim

dowodem jest pomiar widm ^1H NMR – dodatek kwasu powoduje, że protony z grup metylowych przestają być diastereotopowe i w efekcie na widmie pojawia się jeden sygnał zamiast dwóch. Dla cząsteczki po prawej stronie, ze względu na zbyt duży dystans pomiędzy azotem a tlenem, wiązanie wodorowe nie może się utworzyć. Rotacja wiązania jest nadal zablokowana i na widmie widoczne są dwa oddzielne sygnały niezależnie od ilości dodanego kwasu. Tak sprytnie zaprojektowana maszyna molekularna nazywana jest motorem molekularnym i może znaleźć zastosowanie np. jako czujnik do pomiaru pH.



Rysunek 3.2 Protonowy silnik molekularny napędzany kwasem (Za zgodą B. E. Dial, P. J. Pellechia, M. D. Smith, K. D. Shimizu, *Proton Grease: An Acid Accelerated Molecular Rotor*, Journal of the American Chemical Society 2012, 134 (8), 3675-3678. Copyright 2022 American Chemical Society).

Innym przykładem wspomnianego motoru molekularnego są nanosamochody. Ich kluczowym elementem są koła wykonane z fulerenu, które poprzez interakcje z powierzchnią metalu (np. złota) mogą się poruszać. Ruch może nastąpić po ogrzaniu powierzchni powyżej 200°C lub poprzez transfer elektronów z igły STM (Skaningowej Mikroskopii Tunelowej), używanej do obserwowania obiektów w nanoskali. W kwietniu 2017 roku w Tuluzie odbył się Pierwszy Międzynarodowy Wyścig w Nanoskali (*Nanocar Race*), a w 2022 miała miejsce jego druga edycja. W pierwszym konkursie wystąpiło sześć różnych drużyn, każdy z samodzielnie zaprojektowanym nanosamochodem, a długość toru wynosiła 100 nm. Zwyciężył zespół szwajcarski, natomiast w 2022 miejsce na podium zajął zespół szwajcarsko-hiszpański i japoński.

Niniejszy artykuł zwraca uwagę tylko na wybrane aspekty zagadnienia maszyn molekularnych – jest to w rzeczywistości temat bardzo szeroki i prowadzonych jest obecnie wiele badań o tej tematyce. Myślę, że najlepszym podsumowaniem będą tutaj słowa profesora Richarda Feynmana: *When we get to the very, very small world (...) we have a lot of new things that would happen that represent completely new opportunities for design* Bez wątpienia

maszyny molekularne mają bardzo duży potencjał i znajdując zastosowanie w wielu dziedzinach, mogą zdecydowanie usprawnić wiele aspektów naszego życia w przyszłości!

Marta Stefańska

absolwentka chemii medycznej I i II stopnia na UJ, studentka ASC (Advanced Spectroscopy in Chemistry) realizująca swoją pracę magisterską na Uniwersytecie w Helsinkach

Literatura:

- [1]<https://cen.acs.org/articles/94/web/2016/10/Molecular-machines-garner-2016-Nobel-Prize-in-Chemistry.html>.
- [2] I. Aprahamian The Future of Molecular Machines . ACS Cent Sci. 2020, 6(3), 47-358. doi:10.1021/acscentsci.0c00064.
- [3] S. Erbas-Cakmak, D. A. Leigh, C.T. McTernan, A. L. Nussbaumer Artificial Molecular Machines Chemical Reviews 2015, 115 (18), 10081-10206
- [4] B. E. Dial, P. J. Pellechia, M. D. Smith, K. D. Shimizu, Proton Grease: An Acid Accelerated Molecular Rotor, Journal of the American Chemical Society 2012, 134 (8), 3675-3678.
- [5] <https://phys.org/news/2017-03-world-international-molecular-cars-nanocar.html>
- [6] T. Takata, Switchable Polymer Materials Controlled by Rotaxane Macromolecular Switches, ACS Central Science 2020 6 (2), 129-143

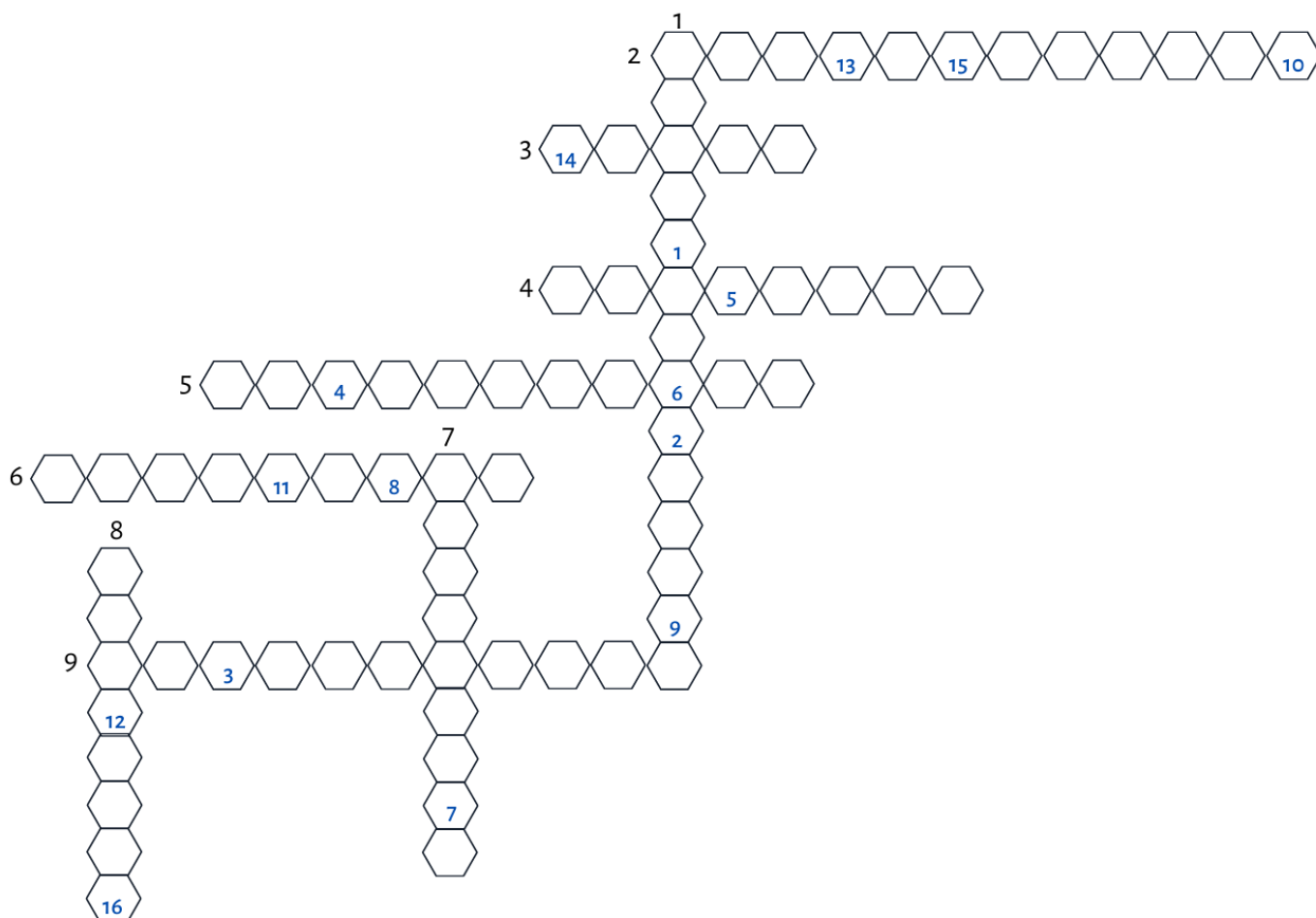
Chemiczne Sudoku

	C	N	H			B		
	F							
O				Be		N		C
		Be			H		He	
				B				
	Li		F			O		
N		He		H				Be
							B	
		O			He	F	N	



		F	Li	H	C			
B								
N	Li		B					
Li	B		He	Be				C
Be			N		Li			He
He				C	O		Be	Li
					B		O	N
								H
			H	N	Be	He		

Cykloheksanowa Krzyżówka



PIONOWO:

1. Jak nazywa się rodzaj stereoizometrii związanej z zablokowaną rotacją wokół wiązania pojedynczego?
7. Która substancja przeciwbólowa jest pochodną kwasu propanowego?
8. W jakim mieście autorka tekstu dotyczącego maszyn molekularnych realizuje pracę magisterską?

POZIOMO:

2. Która z nauk zajmuje się obecnie badaniem i leczeniem bólu?
3. Jaki czynnik powoduje spadek testosteronu u mężczyzn?
4. Co to jest męskość, w biochemicznym tego słowa znaczeniu?
5. Jakie maszyny były inspiracją do utworzenia maszyn molekularnych?
6. Jakie wydarzenie odbyło się dwukrotnie w okolicy sesji zimowej? Nocne...

HASŁO:

